

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Přípravek pro kotvení tepelné izolace
Device for Thermal Insulation Fastening

Student:

Bc. Adam Nykl

Vedoucí diplomové práce:

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář

Ostrava 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Adam Nykl**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení
Téma: **Přípravek pro kotvení tepelné izolace**
Device for Thermal Insulation Fastening

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Vypracujte projekčně-konstrukční návrh montážního mechanismu pro fixaci tepelné izolace na ploché střechy. Fixace tepelné izolace bude prováděna pomocí plastových talířových hmoždinek a příslušných ocelových šroubů do ocelového trapézového plechu o maximální tloušťce od 1 do 2x1,25mm. Montážní mechanismus bude opatřen nastavitelným hloubkovým dorazem.

Výchozí parametry:

tloušťka fixované izolace	od 80 do 250 mm
odhadovaný příkon	cca800W
počet otáček	max. 2000 min-1
manipulace	ruční

Proveďte:

- stručné zhodnocení stávajícího stavu techniky v dané oblasti,
- zpracování možných variant a výběr nejlepšího řešení dle zvolených kritérií,
- technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení v návaznosti na výkresovou dokumentaci a výpočtovou část technické zprávy,
- projekční návrh kompletního řešení montážního mechanismu,
- detailní konstrukční zpracování pohyblivých a nepohyblivých částí montážního mechanismu včetně během zpracování určených konstrukčních uzlů,
- výkresovou dokumentaci v celkovém rozsahu formátů cca2xA0.

Seznam doporučené odborné literatury:

FS_SME_05_003 verze: H *Zásady pro vypracování diplomové (bakalářské) práce.*,

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura.* Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů.* 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.

HORYL, P.: *Statika a dynamika* - 2. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1996 - 218 s. ISBN 80-7078-971-9

KOPÁČEK J. : *Pohony a převody* 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2000, 211 s. ISBN 80-7078-806-2

Firemní literatura a podklady, odborné časopisy apod.

Literární rešerše zpracovaná v rámci Diplomového projektu.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně všech příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě21.5.2018.....

.....Adam Hyl.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití síla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 21.5.2018

Adam Nykl
.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Adam Nykl

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Palkovice 125

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

NYKL, A. *Přípravek pro kotvení tepelné izolace: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2018, 67 s. Vedoucí práce: doc. Dr. Ing Ladislav Kovář.

Diplomová práce se zabývá projekčně-konstrukčním návrhem montážního mechanismu pro fixaci tepelné izolace na ploché střechy. V úvodu práce je průzkum stávajícího stavu techniky a uvedení do tématu. Podle průzkumu jsou upřesněny požadavky na zařízení a jsou navrženy koncepční řešení jednotlivých částí zařízení. Na základě konceptu zařízení je navržen finální konstrukční návrh. Vybrané části zařízení jsou podrobeny kontrolním a návrhovým výpočtům a pevnostním MPK analýzám. Práce je doplněna o výkresovou dokumentaci vybraných komponent a přílohy.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

NYKL, A. *Device for Thermal Insulation Fastening: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2018, 67 p. Thesis head: doc. Dr. Ing Ladislav Kovář.

Master thesis is dealing with the projection-design solution of device for fastening thermal insulation on flat roofs. The introduction includes a state-of-the-art survey and topic introduction. Based on the survey, requirements are specified and a conceptual design is created. According to the concept, the final design is created. Then, selected parts of the design are subjected to calculations and FEM strength analysis. Thesis includes 2D drawings and attachments.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	9
Úvod.....	11
1. Rešerše	12
1.1. Prvky mechanického kotvení.....	13
1.2. Provádění kotvení	14
2. Analýza problému	17
2.1. Požadavky na zařízení	17
2.2. Kotvicí prvky	17
2.3. Koncepční návrh zařízení	19
2.3.1. Lůžko, nastavitelný doraz.....	19
2.3.2. Nadlehčování, svislé vedení, pohon a řídítka	20
2.3.3. Podavač talířových hmoždinek.....	25
2.3.4. Podvozek	25
2.4. Výběr vhodné varianty svislého vedení.....	26
2.5. Shrnutí koncepčního návrhu	27
3. Popis zařízení	28
3.1. Support.....	30
3.2. Rám.....	30
3.2.1. Zadní náprava	31
3.2.2. Přední náprava	32
3.3. Sestava lůžka.....	33

3.4.	Podavač hmoždinek	33
3.5.	Uložení lůžka a podavače	34
3.6.	Nastavitelný doraz	35
4.	Popis pracovního cyklu	38
5.	Výpočty	40
5.1.	Kontrola svěrného spojení řídítek	40
5.2.	Kontrola svěrného spojení vrtačky	42
5.3.	Kontrola otlačení zajišťovacích čepů dorazu	45
5.4.	Návrh pružin podavače	46
5.5.	Návrh pružin lůžka	47
5.6.	Návrh síly pneumatické pružiny	48
5.7.	Kontrola stability	49
6.	Pevnostní analýza	51
6.1.	Zatížení supportu	51
6.2.	Zatížení lůžka	55
6.3.	Zatížení závěsného oka	59
7.	Závěr	63
8.	Seznam použité literatury	65
9.	Seznam příloh	67

Seznam použitých značek a symbolů

D_D	Velikost díry v podložce	[m]
D_{PU}	Průměr plochy podložky upínače	[m]
$D_{\check{R}}$	Průměr trubky řídítka	[m]
D_{SK}	Velikost otvoru utahovacího klíče	[m]
D_{VR}	Průměr upínací plochy vrtačky	[m]
$F_{1\check{R}}$	Síla působící na jedno řídítko	[N]
F_H	Síla od hmoždinek	[N]
F_{HX}	Síla od hmoždinek v ose X	[N]
F_{HY}	Síla od hmoždinek v ose y	[N]
F_K	Síla kroužku při zasouvání bitu	[N]
F_{MV}	Obvodová síla od kroutícího momentu	[N]
F_O	Osová síla	[N]
F_{PL}	Síla pružiny lůžka	[N]
F_{PLP}	Síla plynové pružiny	[N]
F_{PP}	Síla pružiny podavače	[N]
$F_{PP\text{ skut}}$	Skutečná síla pružiny podavače	[N]
F_{SV}	Svěrná síla	[N]
$F_{\check{R}}$	Síla působící na řídítka	[N]
F_V	Výsledná síla	[N]
F_{zv}	Zvedací síla	[N]
G	Tíhová síla	[N]
H	Hloubka	[m]
L_h	Délka hmoždinky	[m]
$L_{\check{s}}$	Délka šroubu	[m]
M_{MAX}	Maximální kroutící moment vrtačky	[N · m]
M_{TM}	Třecí moment pod hlavou šroubu	[N · m]
M_{TZ}	Třecí moment v závitech	[N · m]
M_U	Utahovací moment šroubu	[N · m]
M_X, M_Y	Klopný moment	[N · m]
P	Stoupání závitu	[m]
R_e	Mez kluzu	[Pa]

\check{S}	Šířka	[m]
V	Výška	[m]
d_2	Střední průměr závitu	[m]
$d_{\check{c}}$	Průměr čepu pružinového pístku	[m]
f	Součinitel tření	[1]
f_z	Součinitel tření v závitu	[1]
g	Tíhové zrychlení	[m · s ⁻²]
k_p	Bezpečnost při návrhu pružiny podavače	[1]
k_{PL}	Bezpečnost při návrhu pružiny lůžka	[1]
k_s	Koeficient bezpečnosti svěrného spojení	[1]
l, l_1, l_2	Rozměry	[m]
l_v	Délka svěrného spojení vrtačky	[m]
m_c	Celková hmotnost zařízení	[kg]
m_{1H}	Hmotnost jedné hmoždinky	[kg]
m_H	Hmotnost hmoždinek	[kg]
m_S	Hmotnost supportu	[kg]
m_z	Hmotnost západky	[kg]
p	Tlak	[Pa]
p_D	Dovolený tlak	[Pa]
t	Tloušťka stěny trubky	[m]
x, y	Rozměry	[m]
α	Úhel sklonu střechy	[°]
α'	Redukovaný třecí úhel závitu	[°]
β	Úhel svěšení zařízení při visení za oko	[°]
γ	Úhel sklonu západky podavače	[°]
ψ	Úhel stoupání závitu	[°]

Úvod

V dnešní době se stále více pozornosti zaměřuje na efektivitu a usnadnění lidské práce. Také proto dochází k vývoji a inovacím různých zařízení a pomůcek. To se samozřejmě týká i oboru stavebnictví.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem montážního přípravku, určeného pro fixaci tepelné izolace na plochých střechách. Zařízení je určeno pro práci na plochých střechách, jejichž nosnou konstrukci tvoří ocelové trapézové plechy a pro fixaci používá speciální plastové talířové hmoždinky s ocelovými šrouby. Nabízí možnost práce s různě dlouhými talířovými hmoždinkami v závislosti na tloušťce tepelné izolace střechy.

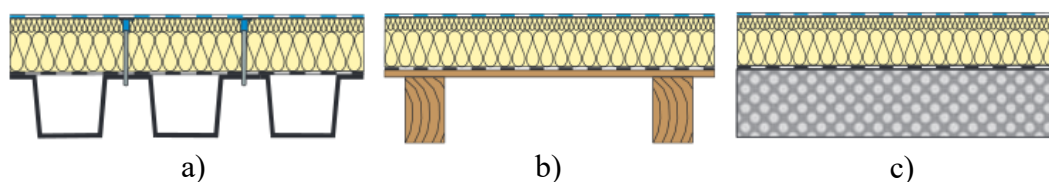
Po tomto úvodu následuje kapitola rešerše, kde provedu krátké zhodnocení stavu techniky. Po rešerši následuje analýza problému se stanovením parametrů, které by mělo zařízení splňovat, na ni navazuje koncepční návrh s rozdělením zařízení, popisem a výběrem nejvhodnějších variant konstrukce. Další část je zaměřena na detailní popis navrhovaného konstrukčního řešení. Poté následují kapitoly obsahující kontrolní a návrhové výpočty, závěr práce obsahuje pevnostní analýzy.

Výsledkem práce bude kompletní 3D model zařízení a 2D výkresová dokumentace vybraných komponent.

1. Rešerše

O plochých střechách hovoříme, mají-li sklon od 1 do 5 stupňů⁴. Své uplatnění nachází především na průmyslových objektech, panelových domech, ale i na nových a rekonstruovaných rodinných domech. Dva nejrozšířenější druhy hydroizolace pro tento typ střech jsou PVC fólie a asfaltové pásy.

Rozdělení plochých střech může být např. podle nosné konstrukce (viz Obr. 1.1). Rozlišujeme nosné konstrukce s ocelovým trapézovým plechem, dřevěnou nosnou konstrukcí a betonovou konstrukcí.



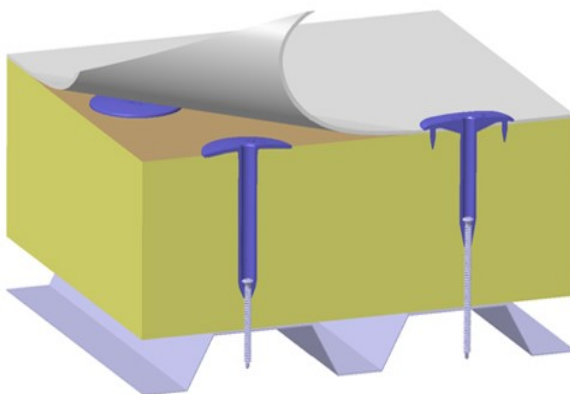
Obr. 1.1 Rozdělení nosných konstrukcí střech¹²

a) trapézový plech, b) dřevěná konstrukce, c) betonová konstrukce

V současnosti jsou ve stavebnictví kladeny velké nároky na tepelnou izolaci staveb. To se samozřejmě týká i střech. Proto se pod hydroizolaci instaluje vrstva tepelně izolačního materiálu, nejčastěji polystyrénové desky nebo desky z lisované minerální vaty. Přidáním této mezivrstvy odpadá možnost přímého spojení hydroizolace s podkladní vrstvou a vyvstává problém, jak zabezpečit vrstvu hydroizolace proti pohybu, například působením větru. Řešením je připevnění hydroizolace přímo k nosné konstrukci střechy. Dva nejrozšířenější způsoby jsou lepení a mechanické kotvení.

Lepení - jednotlivé vrstvy jsou k sobě lepeny speciálními fixačními lepidly.

Mechanické kotvení (Obr. 1.2) - se provádí pomocí kotevního prvku, který zpravidla obsahuje podložku a šroub, který se šroubuje do nosné konstrukce. Mechanické kotvení je dnes tradiční metodou kompletace střešního souvrství. Může se provádět souběžně s instalací hydroizolace, bez ohledu na povětrnostní podmínky. Kotevní prvek i postup kotvení se liší podle druhu nosné konstrukce¹.



Obr. 1.2 Příklad mechanického kotvení do trapézového plechu ⁶

Množství a rozmístění kotevních prvků určuje kotevní plán, který je vytvořen s ohledem na typ, výšku, tvar objektu, klimatické a polohopisné podmínky a druh navržené hydroizolace. Kotevní plán je většinou vypracován dodavatelem kotevní techniky ⁵.

Pro zjištění funkčnosti kotvení v dané skladbě se často používá tzv. výtažná zkouška kotevního prvku. Při ní se předepsaným postupem snažíme vytrhnout instalovanou kotvu z podkladu, současně měříme tahovou sílu, při které došlo k vytržení ⁹.

1.1. Prvky mechanického kotvení

Rozlišujeme dvě varianty: kovové podložky a plastové talířové hmoždinky.



Obr. 1.3 Druhy kotevních prvků ¹⁰

Plastové talířové hmoždinky umožňují deformaci izolační vrstvy, jelikož se v nich šroub může pohybovat bez nebezpečí porušení hydroizolace. Výhodou je také použití kratších šroubů a tím omezení úniku tepla ⁹.



Obr. 1.4 Funkce plastové hmoždinky ¹⁰

Další nedílnou součástí kotvy je šroub. Ten zajišťuje spojení podložky s nosnou vrstvou. Šrouby rozlišujeme podle materiálu, do kterého jsou určeny (plech, dřevo, beton), dále podle používaného utahovacího nástavce, nejčastěji šrouby s šestihrannou hlavou, křížovou nebo torx drážkou. Mohou být doplněny o podpůrný závit pro použití s kovovými podložkami.



Obr. 1.5 Střešní šrouby ¹¹

1.2. Provádění kotvení

Proces kotvení závisí na druhu nosné konstrukce. U betonového podkladu se musí nejdříve vyvrtat díra a až potom se přistoupí ke šroubování. Šrouby do betonu jsou navrženy tak, aby nebylo nutné používat plastové vložky nebo lepidla. Do ostatních podkladů (plech, dřevo) se používají šrouby samořezné ¹¹. K samotné instalaci kotvy se používají tři různé postupy:

Bez použití specializovaných zařízení

Tento postup je nejjednodušší a není k němu zapotřebí žádné speciální zařízení. Může být použit pro instalaci malého počtu kotev a opravy ale často bývá využíván při kotvení do betonového podkladu, kde se musí předvrtávat otvory. Kotvení se provádí za pomoci vrtačky a prodlouženého šroubovacího nástavce.

Instalace pomocí speciálního přípravku

Používá se zařízení, které obsluhuje při kotvení pomáhá. V praxi se jedná například o poloautomat IT-18 od firmy SFS Intec ⁷ a HSL-HTK od firmy EJOT ⁸, oba určené na instalaci plastových podložek. Výhoda spočívá v tom, že přípravek přidržuje hmoždinku a funguje jako doraz, aby nedošlo k přetažení a strhnutí závitu v podkladu.



Obr. 1.6 Montážní poloautomat ⁸

Instalace s použitím montážního automatu

Montážní automaty jsou zařízení, které umožňují šroubování několika kotev za sebou, bez nutnosti ručního připravování před každým šroubováním. Zařízení obsahuje zásobník, ve kterém jsou připraveny podložky. Systémem vedení jsou hmoždinky a šrouby po jedné přiváděny do místa, kde se zatlačením shora šroubují. Montážní automaty jsou výhodné jak ze strany efektivity práce, tak i z hlediska ergonomie, protože umožňují vzpřímené držení těla.

Rozlišujeme dvě varianty těchto zařízení, podle používaných hmoždinek:

Verze pro kovové podložky

Obsahují boční zásobník, ve kterém jsou připraveny plechové podložky a rotační zásobník, ve kterém jsou šrouby v podobě pásu. Každá část je podávána ke šroubování samostatně.



Obr. 1.7 Montážní automat pro kovové podložky ⁷

Verze pro plastové podložky

Podložky jsou zde i se šrouby připraveny ve svislém zásobníku, odkud jsou přiváděny ke šroubování. Při pohybu šroubovacího ústrojí směrem nahoru se ze zásobníku přivede další hmoždinka se šroubem do lůžka.



Obr. 1.8 Montážní automat pro plastové podložky ⁸

2. Analýza problému

Mým úkolem je navrhnout montážní mechanismus – automat pro fixaci tepelné izolace na ploché střeše.

Budu postupovat tak, že celý mechanismus rozdělím na několik konstrukčních uzlů, kterými se budu dále zabývat. Nejdříve je potřeba specifikovat požadavky.

2.1. Požadavky na zařízení

Zde je uveden seznam požadavků na zařízení, vyplývající ze zadání práce, logických předpokladů a průzkumu trhu.

- Tloušťka izolace od 80 do 250 mm
- Odhadovaný příkon do 800 W
- Pracovní otáčky do 2000 min⁻¹
- Ruční manipulace
- Použití plastových talířových hmoždinek
- Konstrukce s ohledem na nízkou hmotnost
- Ergonomie
- Zásobník minimálně na 20 kusů talířových hmoždinek
- Možnost minimalizace rozměrů pro přepravu

2.2. Kotvící prvky

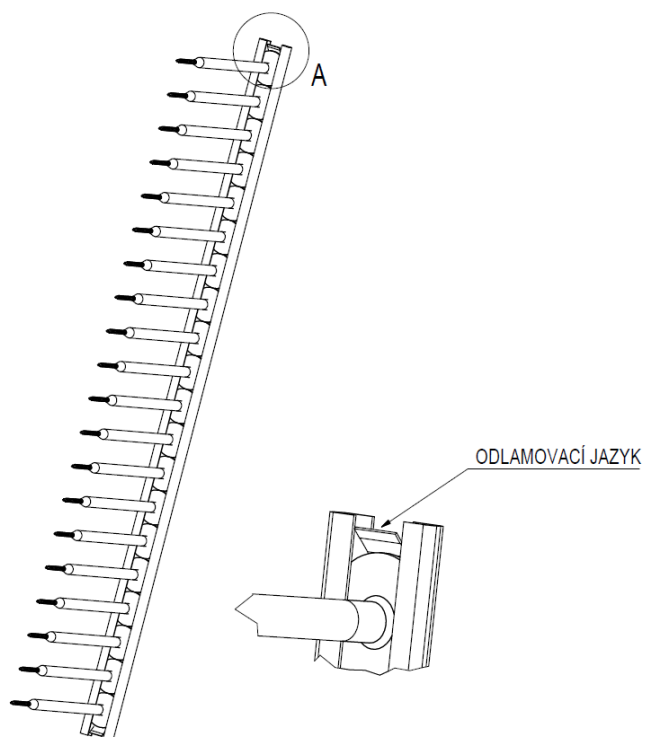
Jako první je potřeba zvolit typ a velikost používaných hmoždinek. V současnosti na trhu existuje několik výrobců, z nichž každý vyvinul vlastní systém kotvení. Pro můj návrh budu používat kotvící systém firmy SF-Intec. Dále je nutné určit jednotlivé délky hmoždinek a šroubů pro zadaný rozsah tloušťky izolace. K tomu využiji montážní příručky výrobce.

Z hlediska zadaného rozsahu tloušťky izolace a maximální tloušťky plechu volím jako kotvící prvky talířovou hmoždinku Rp 45xL_h a šrouby BS – 4,8xL_s. V Tabulka 1 jsou uvedeny možné kombinace talířových hmoždinek se šrouby, tyto kombinace jsou stěžejní pro konstrukci zařízení. Ostatní kombinace talířových podložek a šroubů jsou uvedeny v Příloha A

Tabulka 1 Přehled kombinací talířových hmoždinek RP45 a šroubů BS/PS. ²⁰

Délka hmoždinky L_h [mm]	Délka šroubu L_s [mm]
30	100
60	100
90	100
120	100
150	100
180	100
210	80

Šrouby s podložkami jsou dodávány buď zvlášť, nebo dohromady. Další možností je dodávání šroubů s podložkami v plastové liště - blistru. V něm je 20 kusů hmoždinek se šrouby. Aby hmoždinky z blistru nevypadávaly, jsou na obou koncích plastové jazýčky.



Obr. 2.1 Blistr s hmoždinkami

2.3. Koncepční návrh zařízení

Zařízení z hlediska konstrukce rozdělím na čtyři uzly:

1. Lůžko, nastavitelný doraz
2. Nadlehčování, svislé vedení, pohon a řídítka
3. Podávач talířových hmoždinek
4. Podvozek

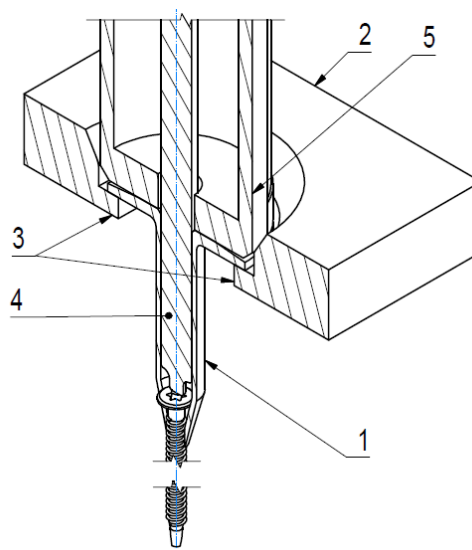
Dále jsou uvedeny popisy a návrhy řešení pro jednotlivé uzly.

2.3.1. Lůžko, nastavitelný doraz

- **Lůžko**

Účelem lůžka je držet hmoždinku připravenou ke šroubování v požadované poloze a v daný okamžik ji uvolnit. S přihlédnutím k požadovaným funkcím jsem navrhl koncept lůžka (Obr. 2.2).

Před šroubováním je hmoždinka (Obr. 2.2 - 1) připravena v lůžku (Obr. 2.2 - 2), kde je držena pomocí dvou západek (Obr. 2.2 - 3). Při pohybu šroubovacím ústrojím směrem dolů se do hmoždinky nejdříve zasune šroubovací tyč (Obr. 2.2 - 4) a poté se o hmoždinku opře konec dorazu (Obr. 2.2 - 5), který ji protlačí přes západky. Délku šroubovací tyče resp. její vysunutí určuje hloubkový doraz. Šroubovací tyč bude vybavena vyměnitelným bitem a musí přidržovat hmoždinku tak, aby nedošlo k vypadnutí nebo vyosení hmoždinky a šroubu před zašroubováním.

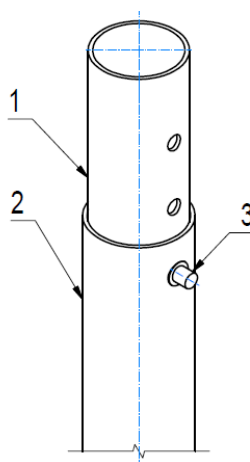


Obr. 2.2 Koncept šroubovacího mechanismu

- **Nastavitelný doraz**

Doraz by měl být snadno nastavitelný pro šroubování talířových hmoždinek zadaných délek (viz Tabulka 1). Také musí být zajištěna dostatečná stabilita, aby se šroubovací trn trefoval do otvoru hmoždinky.

Doraz se bude skládat ze dvou souosých trubek (Obr. 2.3 - 1 a 2). Trubka s menším průměrem bude mít rovnoběžně s osou vyvrtány otvory, jejichž vzdálenosti budou odpovídat rozdílům v délkách talířových hmoždinek. Na vnější trubce (Obr. 2.3 - 2) bude aretační čep (Obr. 2.3 - 3), který zajistí požadovanou polohu zasunutím do otvoru ve vnitřní trubce. Aretační čep bude buď pružinový nebo šroubovací.



Obr. 2.3 Koncept nastavování dorazu

2.3.2. Nadlehčování, svislé vedení, pohon a řídítka

Úkolem nadlehčování je vrátit zařízení po zašroubování do původní polohy. Svislé vedení musí zajišťovat stabilitu horní pohyblivé části zařízení - supportu, aby při šroubování nedocházelo ke kolizi hloubkového dorazu s lůžkem.

- **Nadlehčování**

Jako dva nejvhodnější způsoby nadlehčování se jeví použití plynové pružiny nebo balancéru.

Balancéry slouží primárně k zavěšení a fixování břemen do nastavené polohy. Jeho výhodou by byla možnost přizpůsobení vyvažovací síly předpětím pružiny, přímo na zařízení.



Obr. 2.4 Balancér ²⁶

Plynové pružiny jsou velice kompaktní a zabírají minimum prostoru. Vyrábějí se na míru a jejich síla se řídí tlakem plynu v pružině. Nevýhodou je, že celková délka plynové pružiny je větší než požadovaný zdvih.



Obr. 2.5 Plynová pružina ¹⁶

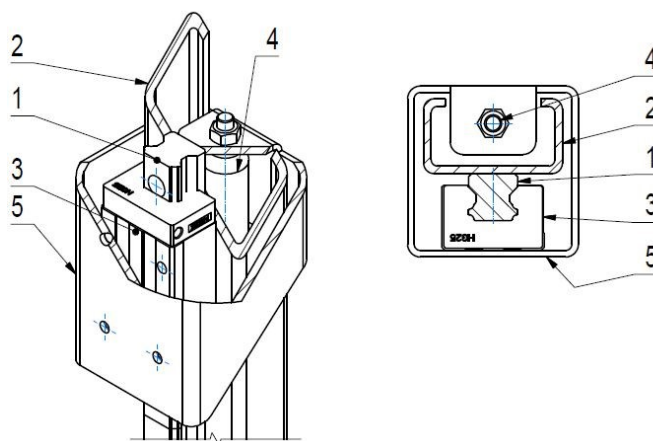
Vzhledem k zástavbovým rozměrům, hmotnosti a celkové koncepci zařízení bude jako nadlehčovací prvek použita plynová pružina.

- **Svislé vedení**

Po posouzení požadavků, které musí vedení splňovat jsem navrhl tři možné varianty řešení:

- 1. Varianta s lineárním kuličkovým vedením

Základem je kolejnice (Obr. 2.6 - 1) která je připevněna šrouby na C profilu (Obr. 2.6 - 2). Po kolejnici se pohybuje vozík (Obr. 2.6 - 3). Plynová pružina (Obr. 2.6 - 4) je umístěna v C profilu a k vozíku je připojena pomocí plechové objímky (Obr. 2.6 - 5).



Obr. 2.6 Varianta s lineárním kuličkovým vedením

Výhody tohoto řešení:

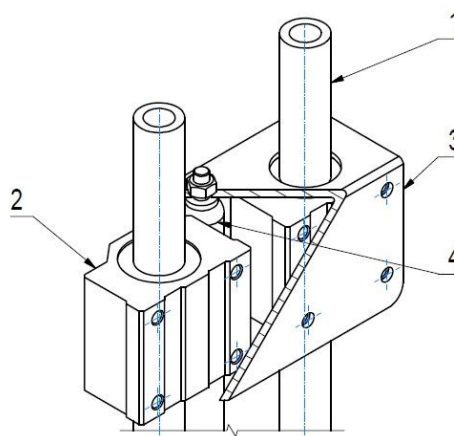
- malé vozíky dokážou přenášet poměrně velké zatížení
- malý zastavěný prostor

Nevýhody tohoto řešení:

- vysoká cena
- nutnost použití podpůrného profilu

- 2. Varianta s dvěma tyčemi o stejném průměru

Vedení je tvořeno dvěma dutými tyčemi (Obr. 2.7 - 1), po kterých se pohybují dva linearsety (Obr. 2.7 - 2). Linearset se skládá ze dvou kuličkových pouzder zalisovaných v hliníkovém tělese. Oba sety jsou spojeny dohromady pomocí plechu (Obr. 2.7 - 3). Ten drží i plynovou pružinu (Obr. 2.7 - 4) umístěnou mezi linearsety.



Obr. 2.7 Varianta s dvěma tyčemi stejného průměru

Výhody tohoto řešení:

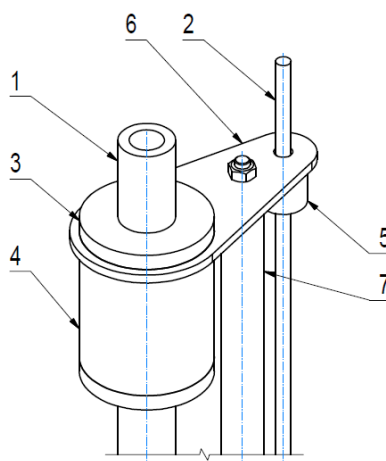
- vysoká tuhost
- jednoduchá konstrukce

Nevýhody tohoto řešení:

- vyšší hmotnost, kvůli použití dvou tyčí

- Varianta (3) s dvěma tyčemi nestejného průměru

Tyč většího průměru (Obr. 2.8 - 1) přenáší většinu zatížení, druhá tyč (Obr. 2.8 - 2) má menší průměr a slouží jako vedení proti pootočení. Vedení na větší tyči je zajištěno kuličkovými pouzdry (Obr. 2.8 - 3) spojenými trubkou (Obr. 2.8 - 4). Na menší tyči je vedení provedeno taktéž pomocí kuličkového pouzdra. Obě vedení jsou spojena plechem (Obr. 2.8 - 6), v němž je ukotvena i plynová pružina (Obr. 2.8 - 7).



Obr. 2.8 Varianta s dvěma tyčemi nestejného průměru

Výhody tohoto řešení:

- neobvyklé řešení

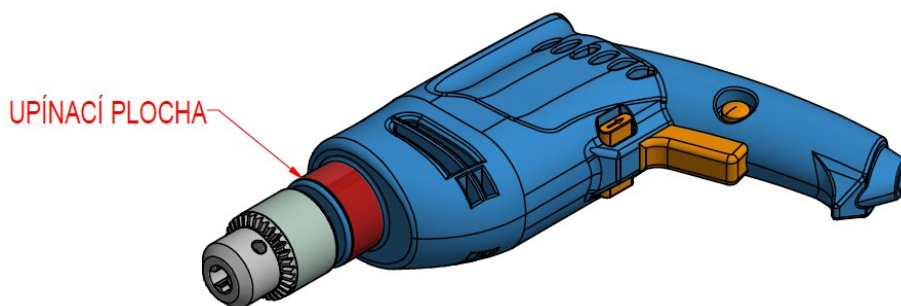
Nevýhody tohoto řešení:

- složitější konstrukce
- problém s připojením další technologie

- **Pohon**

Pohon zajišťuje zašroubování šroubu do plechu. Může být použit elektrický šroubovák, vrtačka nebo elektromotor s převodovkou. Výhodou elektrického šroubováku je vysoký utahovací moment a vhodnost pro časté zapínání a vypínání. Tyto vlastnosti ale nejsou pro navrhované zařízení důležité, vzhledem k vyšším otáčkám a nepřetržitému provozu pohonu. Vlastní konstrukce elektromotoru s převodovkou má výhodu v menším zástavbovém prostoru. Velkou nevýhodou je ale neuniverzálnost, složitost konstrukce a nutnost použití elektrického rozvaděče. Proto volím jako pohon elektrickou vrtačku.

Vrtačka musí být pevně zajištěna na místě. K upevnění vrtačky bude využita plocha určená pro odmontovatelné držadlo (Obr. 2.9).

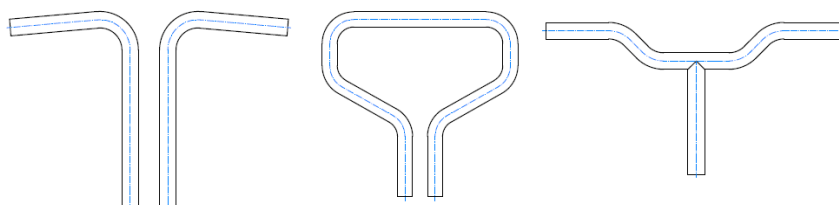


Obr. 2.9 Označení upínací plochy vrtačky

- **Řídítka**

Řídítka musí vyhovovat z hlediska pevnosti, jelikož přenáší veškeré síly, potřebné pro uvedení zařízení do chodu. Dále musí mít možnost výškového nastavení z důvodu ergonomie.

Budou vyrobeny z trubek o průměru 20 až 30 mm, z oceli nebo hliníkové slitiny. Na Obr. 2.10 jsou zobrazeny návrhy tvarů řídítek.

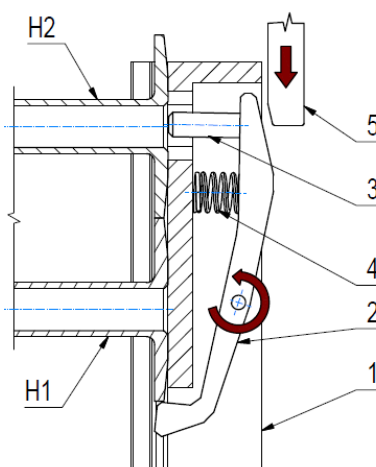


Obr. 2.10 Možné tvary řídítek

2.3.3. Podavač talířových hmoždinek

Při podávání talířových hmoždinek do lůžka je nutno zajistit, aby byla v požadovaný okamžik přivedena pouze jedna hmoždinka. Podávací mechanismus bude mechanicky provázán s pohybem šroubovacího ústrojí. Uvolnění hmoždinky bude probíhat zároveň se šroubováním, tedy pohybem šroubovacího ústrojí směrem dolů.

Na Obr. 2.11 je koncept podávacího mechanismu. Skládá se z těla (Obr. 2.11 - 1) vyrobeného z oceli nebo hliníkové slitiny. V tělu je otočně na čepu uložena ocelová západka (Obr. 2.11 - 2), v horní části je kolík (Obr. 2.11 - 3), který se zasune do horní hmoždinky a tím ji přidrží, pro udržení v uzavřeném stavu slouží tlačná pružina (Obr. 2.11 - 4).

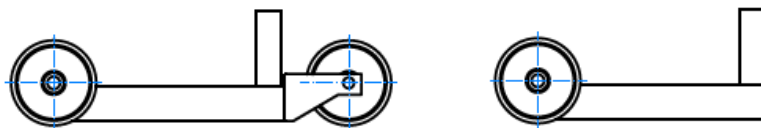


Obr. 2.11 Koncept podávacího mechanismu

Na obrázku je znázorněna situace před uvolněním hmoždinky. Hmoždinky H1 a H2 jsou drženy západkou v tělu podavače. S pohybem šroubovacího ústrojí směrem dolů se pohybuje také tlačník (Obr. 2.11 - 5), jeho pohybem dojde k zatlačení západky a uvolnění hmoždinky H1, zároveň bude hmoždinka H2 přidržena kolíkem zatlačeným do jejího otvoru. Po odjetí tlačníku směrem nahoru a navrácení západky do původní polohy dojde k uvolnění hmoždinky H2 a jejímu posunu směrem dolů a na její původní pozici bude přivedena další hmoždinka.

2.3.4. Podvozek

Podvozek se skládá z rámu, kol a tyčí svislého vedení. Musí zajistit stabilitu celého zařízení a upevnění jednotlivých prvků.



Obr. 2.12 Koncept podvozku

Podvozek může být buď jedno nebo dvounápravový. Při použití podvozku s jednou nápravou by se pro jízdu muselo celé zařízení naklonit dozadu. Použitím dvou náprav vzniká nebezpečí samovolného rozjetí.

Kola budou použity plastové, blíže specifikovány při konstruování zařízení.

2.4. Výběr vhodné varianty svislého vedení

Parametry pro výběr nejvhodnější varianty jsou: hmotnost, tuhost, složitost konstrukce a pořizovací náklady.

V Tabulce 2 je uvedeno srovnání variant svislého vedení s hodnocením 1 až 3 (1 nejlepší, 3 nejhorší). Hmotnost a cena jsou určeny vzhledem k odhadovaným rozměrům a na 1 metr délky.

Tabulka 2 Srovnání variant svislého vedení

Varianta	Hmotnost	Předpokládaná tuhost	Složitost konstrukce	Cena	Součet
1	2	1	3	3	9
2	3	2	1	1	7
3	1	3	2	2	8

Data pro určení hmotností jsou převzata z ¹⁷ a ¹⁸, orientační ceny z ¹⁹.

Po srovnání vychází jako nejoptimálnější varianta číslo 2 s dvěma tyčemi stejného průměru. Její přednosti jsou hlavně nízké pořizovací náklady, dobrá tuhost a možnost jednoduchého připevnění dalších komponentů.

2.5. Shrnutí koncepčního návrhu

Cíle této kapitoly byly navrhnout varianty řešení jednotlivých uzlů a vybrat z nich nejvhodnější. Bod 2.3 obsahuje přehled základních částí zařízení, jejich funkcí a případných návrhů, jak by mohly být konstruovány. Následuje krátké zhodnocení ke každému z nich.

Principy lůžka a nastavitelného dorazu jsou vcelku jednoduché a domnívám se, že uvedené návrhy mají potenciál fungovat. Budu je dál rozvíjet tímto směrem.

U nadlehčování vzhledem k zástavbovým rozměrům, hmotnosti a celkové koncepci zařízení bude jako nadlehčovací prvek použita plynová pružina. Parametry plynové pružiny se budou navrhovat až ve finální fázi, kdy bude známa hmotnost zařízení.

V bodu 2.4 jsem vybral variantu svislého vedení s dvěma tyčemi stejného průměru. Největší slabinou varianty je hmotnost. Proto se pokusím najít způsob jak hmotnost snížit při zachování ostatních pozitiv.

Jako pohon jsem vybral elektrickou vrtačku, důvody byly popsány v příslušné kapitole.

Co se řídítek tyče, budou pravděpodobně použity dvoudílné, a to z důvodu jednodušší výroby a snadného přizpůsobení se obsluze. Tloušťku trubky určím v průběhu návrhu.

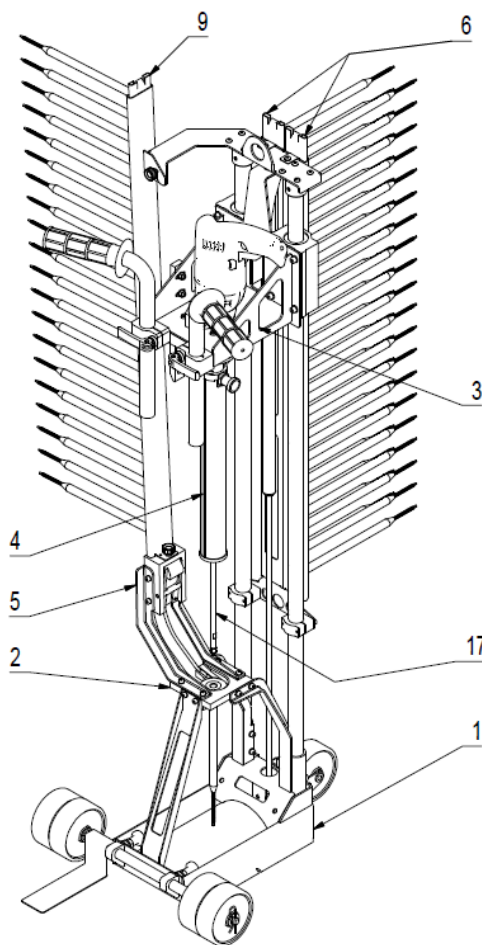
Koncept podavače jsem rozpracoval podrobně. V konstrukci bych chtěl tento návrh využít. Některé části bude potřeba změnit a upravit, například kvůli vyrobitelnosti.

Posledním probíraným uzlem je podvozek a jeho nápravy. Rám bude složen buď z ocelových profilů nebo plechů. Kvůli snadnější manipulaci volím podvozek dvounápravový.

Ostatní části zařízení, jejich ukotvení a další doplňky se budou vybírat operativně při konstruování.

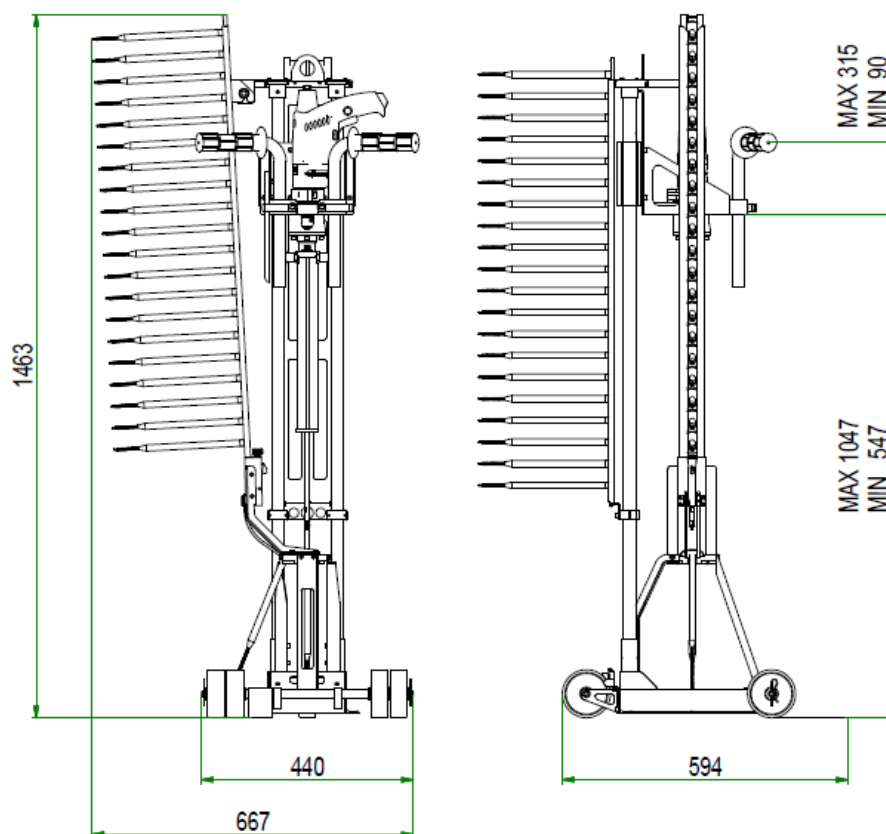
3. Popis zařízení

Na obrázku můžeme vidět náhled kompletního zařízení. Základ tvoří rám s nápravami (Obr. 3.1 - 1). Dále lze vidět lůžko (Obr. 3.1 - 2), podavač hmoždinek (Obr. 3.1 - 5), support s vrtačkou (Obr. 3.1 - 3), nastavitelný doraz (Obr. 3.1 - 4) a šroubovací tyč (Obr. 3.1 - 17). Dále můžeme vidět zásobník nad podavačem (Obr. 3.1 - 9) s kapacitou 20 kusů hmoždinek a přídatný zásobník (Obr. 3.1 - 6) s celkovou kapacitou 40 kusů hmoždinek.



Obr. 3.1 Náhled kompletního zařízení

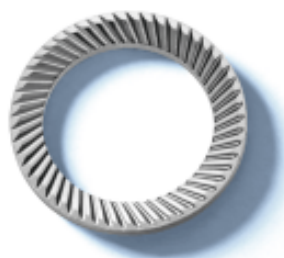
Obr. 3.2 ukazuje náhled s rozměry zařízení, v zásobnících jsou talířové hmoždinky určené pro maximální zadanou tloušťku tepelné izolace. Celková hmotnost s plnými zásobníky je 28,2 kg. Detailnější pohledy a rozměry jsou uvedeny na výkrese NYK-DP-00-00-00. Jednotlivé konstrukční uzly jsou detailně popsány dále v textu.



Obr. 3.2 Rozměry zařízení

Následující popisy jednotlivých uzlů zařízení jsou provázány s jejich výkresovou dokumentací. Číslo výkresu je uvedeno vždy v nadpisu.

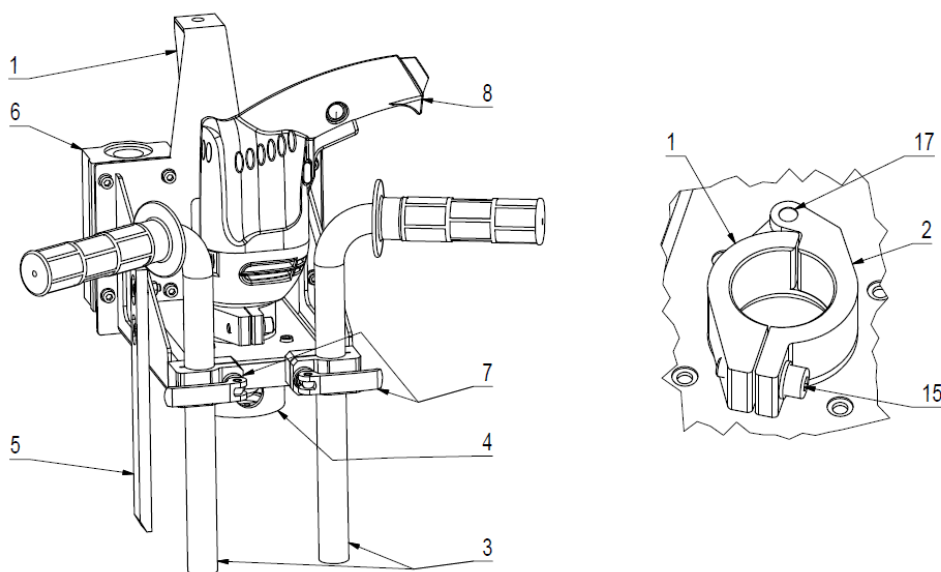
Všechny šroubové spoje, kde není použita oválná díra, jsou zajištěny podložkou SCHNORR S. Její funkce je podobná jako u normální pružné podložky.



Obr. 3.3 SCHNORR S²⁷

3.1. Support (výkres: NYK-DP-C0-00-00)

Základ tvoří svařenec (Obr. 3.4 - 1), na jeho zadní straně jsou připevněné dva linearsety (Obr. 3.4 - 6), které tvoří spolu s vodícími tyčemi rámu svislé vedení supportu. Na přední straně jsou ve svěrných objímkách upevněny řídítka (Obr. 3.4 - 3), jejichž nastavení se jednoduše provede povolením excentrického upínače (Obr. 3.4 - 7). Uprostřed supportu je umístěna vrtačka (Obr. 3.4 - 8) uchycená v objímce. Je použita vrtačka Narex EV 13 G-2, katalog viz Příloha CH. Na spodní straně je díl uložení dorazu (Obr. 3.4 - 4). Dále je na levé bočnici svařence připevněn tlačník (Obr. 3.4 - 5), který zajišťuje funkci podavače hmoždinek. V horní části svařence je místo určené pro přišroubování pneumatické pružiny.

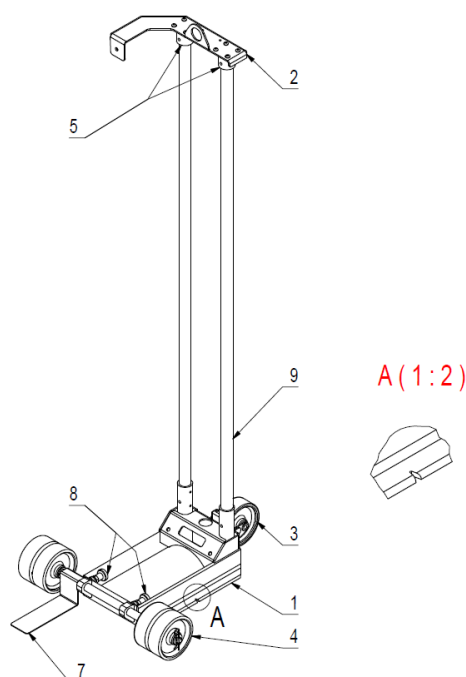


Obr. 3.4 Popis supportu

Objímky vrtačky jsou ocelové obrobky. Pevná část (Obr. 3.4 - 1) je součástí svařence supportu. Druhá, volná (Obr. 3.4 - 2) je otočná na čepu (Obr. 3.4 - 17), který tvoří válcový kolík. Sevření se realizuje šroubem M8 s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem (Obr. 3.4 - 15).

3.2. Rám (výkres: NYK-DP-A0-00-00)

Základ rámu tvoří svařenec z L profilů 50x50x4 (Obr. 3.5 - 1). V přední části svařence rámu jsou dvě trubky, ve kterých jsou uloženy vodící tyče (Obr. 3.5 - 9) (katalog Příloha G). Otvory v trubkách jsou obrobeny po svaření na toleranci H7, vodící tyče jsou standardně tolerovány h6. Pro zajištění tyčí jsou použity pružné kolíky. Horní konce vodících tyčí jsou opatřeny zakončením (Obr. 3.5 - 5) a spojeny spojovacím plechem (Obr. 3.5 - 2), ten také slouží jako opora pro zásobníky hmoždinek a obsahuje závěsné oko pro zdvihání a přepravu zařízení.

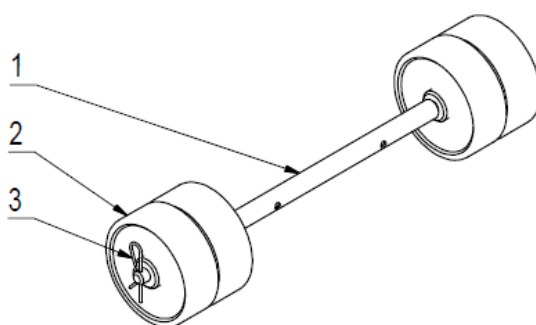


Obr. 3.5 Rám

Podvozek je dvounápravový. Zadní kola jsou na samostatné nápravě (Obr. 3.5 - 4), která je zajištěna v objímkách pružinovými pístky (Obr. 3.5 - 8). Přední náprava (Obr. 3.5 - 3) je uchycena pomocí dvou kolíků a dvou šroubů. Pro zastavení a udržení požadované polohy při šroubování je k zadní nápravě připevněn příslapový plech (Obr. 3.5 - 7). Pro usnadnění určení polohy šroubování jsou na bočních profilech zářezy (Obr. 3.5 - DETAIL A).

3.2.1. Zadní náprava (výkres: NYK-DP-A4-00-00)

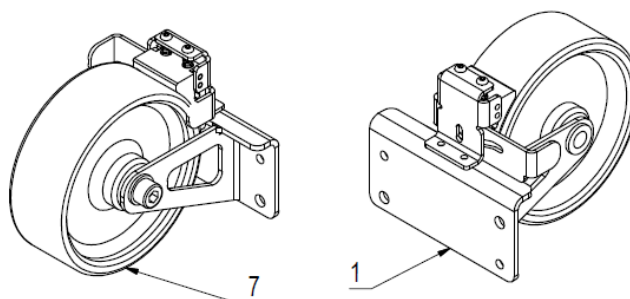
Obsahuje čtyři kola o průměru 100 mm ²⁸ (Obr. 3.6 - 2). Ty jsou spojeny osou (Obr. 3.6 - 1), kterou tvoří trubka s otvory pro zajištění v rámu. Aby se mohla náprava z rámu demontovat, je nutno sundat kola alespoň na jedné straně, zatáhnout pružinové pístky a nápravu vysunout. Pro snadnou demontáž jsou kola zajištěna pouze pružnou závlačkou (Obr. 3.6 - 3).



Obr. 3.6 Zadní náprava

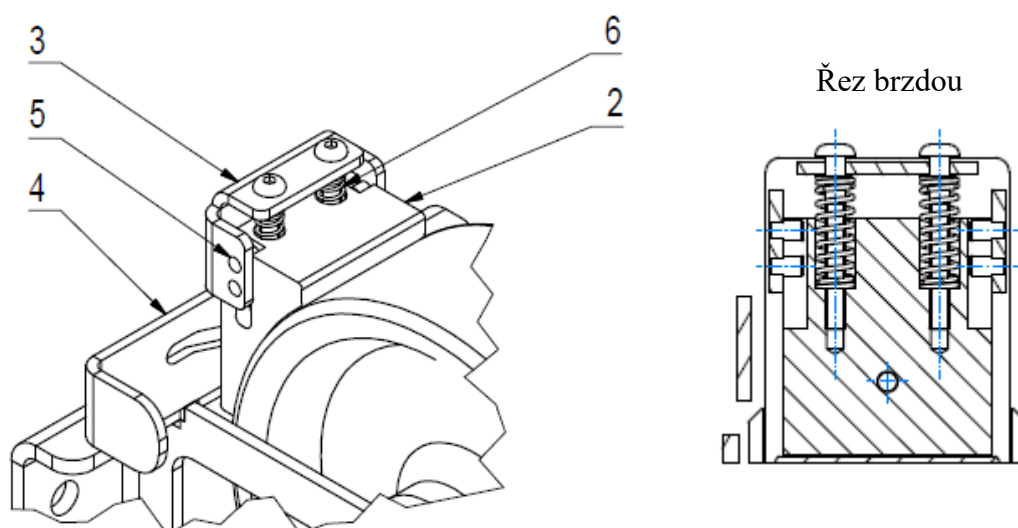
3.2.2. Přední náprava (výkres: NYK-DP-A3-00-00)

Kolo (Obr. 3.7 - 7) je použito jedno, stejné jako u zadní nápravy. Je uloženo na ose ve svařenci z ocelového plechu (Obr. 3.7 - 2). Náprava disponuje brzdou, která slouží pro občasné zabrzdění, například při odstávce.



Obr. 3.7 Přední náprava

Hlavní částí brzdy je klín (Obr. 3.8 - 2) s pryžovou vrstvou na brzdící straně. Klín je veden vodícím plechem (Obr. 3.8 - 3). Přesun klínu do a z brždění zajišťuje plech s tvarovou drážkou (Obr. 3.8 - 4), ve které se pohybuje kolík zalisovaný v klínu. Přítlak klínu generují dvě tlačné pružiny (Obr. 3.8 - 6) umístěné nahoře. Dodatečné vedení zajišťují kolíky (Obr. 3.8 - 5) nalisované ve vodícím plechu, pohybující se ve svislých drážkách na stranách klínu.

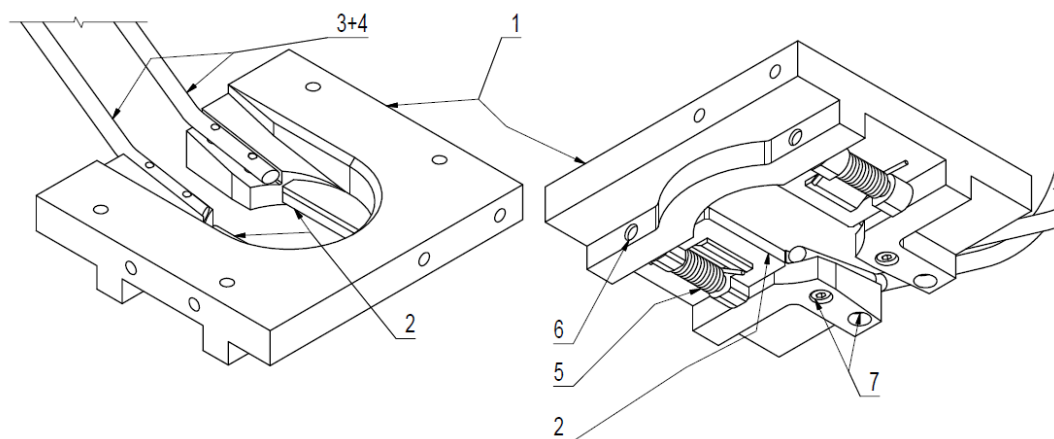


Obr. 3.8 Brzda přední nápravy

Pružiny pro brzdu přední nápravy jsem zvolil bez výpočtu. Zvolená pružina je: 43/37/4 (průměr drátu 0,75 mm, vnější průměr 5,5, délka pružiny 30 mm), viz katalog Příloha E. Při použití dvou kusů výše uvedené pružiny bude na klín v zabrzděné poloze působit díla o velikosti 58,2 N. Domnívám se, že tato síla bude dostatečná.

3.3. Sestava lůžka (výkres: NYK-DP-B0-00-00)

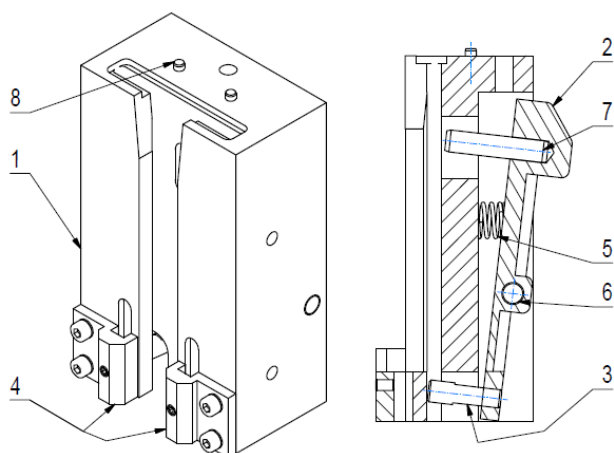
Lůžko (Obr. 3.9 - 1) je vyrobeno z hliníkové slitiny EN AW 7022, s obchodním názvem CERTAL. Tato slitina vyniká vysokou pevností a otěruvzdorností, materiálový list viz Příloha CD1. Aby se otěruvzdornost ještě zvýšila, může být povrch lůžka eloxován. K vedení hmoždinek z podavače do lůžka slouží dvojce ocelových drátů o průměru 5 mm (Obr. 3.9 - 3+4), které jsou k lůžku pevně přišroubovány, každý pomocí dvou šroubů M3 (Obr. 3.9 - 7). Po sklouznutí do lůžka leží hmoždinka na dvou západkách (Obr. 3.9 - 2), uložených otočně na čepích (Obr. 3.9 - 6), které tvoří válcové kolíky. Západky drží v uzavřené poloze zkrutné pružiny (Obr. 3.9 - 5). Při šroubování dojde k překonání sil pružin a západky se otevrou směrem dolů. Aby byla zaručena dlouhá životnost západek, jsou vyrobeny z oceli C45 (12 050, podle normy ČSN 42 0002) a zakaleny, materiálový list viz Příloha CD1



Obr. 3.9 Sestava lůžka

3.4. Podavač hmoždinek (výkres: NYK-DP-E0-00-00)

Podavač hmoždinek zajišťuje podání vždy jedné hmoždinky ze zásobníku do lůžka. Tělo podavače (Obr. 3.10 - 1) je vyrobeno stejně jako lůžko z hliníkové slitiny EN AW 7022. Uvnitř podavače je západka (Obr. 3.10 - 2), která je otočně uložena na čepu (Obr. 3.10 - 6) a napínána dvěma tlačnými pružinami (Obr. 3.10 - 5). Západka je stejně jako západky lůžka vyrobená z oceli C45 a zakalena. Na spodní straně západky jsou dva kolíky (Obr. 3.10 - 3), které v uzavřené poloze podavače zabráňují propadnutí hmoždinek. V horní části západky je další kolík (Obr. 3.10 - 7), který v otevřené poloze podavače přidržuje horní hmoždinku. Vodící dráty vedoucí z lůžka jsou uchyceny pomocí objímek (Obr. 3.10 - 4). Na horní straně podavače jsou dva naváděcí kolíky (Obr. 3.10 - 8) a závitový otvor pro uchycení zásobníku.

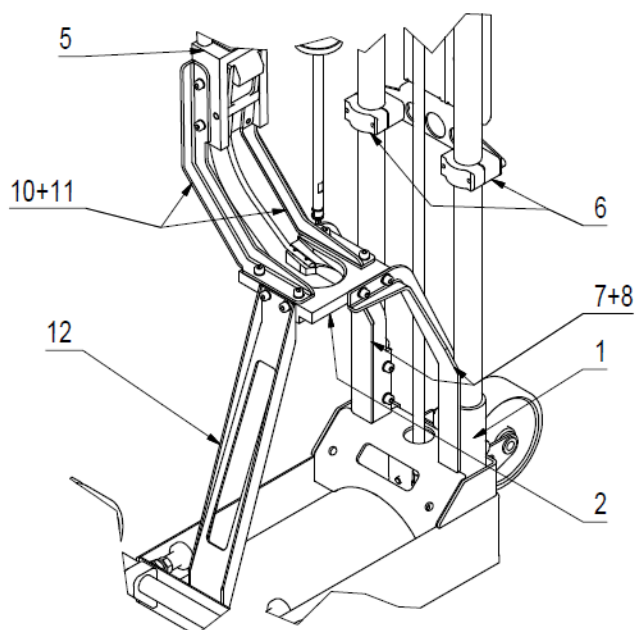


Obr. 3.10 Podavač hmoždinek

3.5. Uložení lůžka a podavače (výkres: NYK-DP-00-00-00)

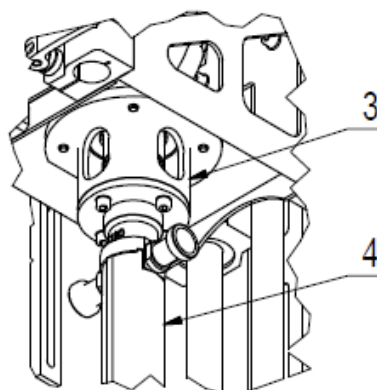
Lůžko (Obr. 3.11 - 2) je uchyceno na třech držácích z ohýbaných a svařených plechů. Přední dva držáky (Obr. 3.11 - 7+8) jsou pomocí šroubů připevněny k trubkám rámu (Obr. 3.11 - 1). Zadní držák (Obr. 3.11 - 12) je přišroubován k L profilu podvozku. Podavač (Obr. 3.11 - 5) drží na dvou svařených držácích (Obr. 3.11 - 10+11), které jsou přišroubovány na horní stranu lůžka. Dopravu hmoždinek z podavače do lůžka zajišťují dva ocelové dráty, připevněné k lůžku a podavači.

Dále můžeme vidět uchycení přídatného zásobníku k vodícím tyčím pomocí svěrného spoje (Obr. 3.11 - 6).



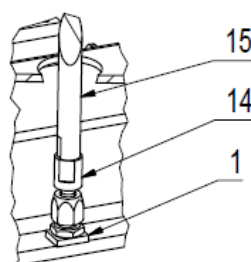
Obr. 3.11 Uložení lůžka a podavače

Nastavitelný doraz (Obr. 3.12 - 4) je přes držák (Obr. 3.12 - 3) připevněn ke spodní straně supportu.



Obr. 3.12 Spojení dorazu a supportu

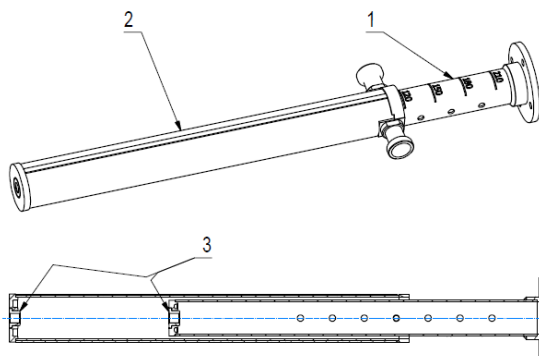
Aby se zabránilo namáhání těsnění plynové pružiny (Obr. 3.13 - 26) vlivem deformací a nepřesností, je konec pístnice uložen přes kloubovou spojku (Obr. 3.13 - 25). Ta umožňuje kompenzovat nesouosost až $\pm 3^\circ$. Kloubová spojka je zašroubována do svařence rámu, kde byla navíc kvůli délce závitu přivařena podložka (Obr. 3.13 - 1).



Obr. 3.13 Uchycení plynové pružiny

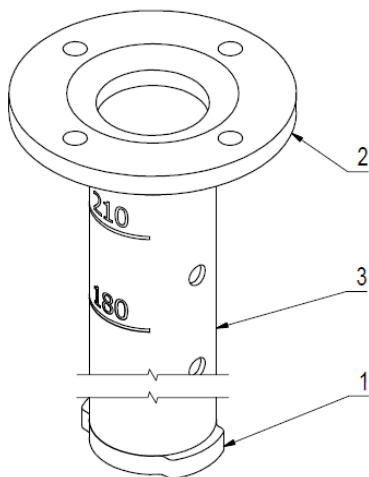
3.6. Nastavitelný doraz (výkres: NYK-DP-D0-00-00)

Je tvořen dvěma trubkami vloženými do sebe (Obr. 3.14 - 1 a 2). Na spodních koncích obou trubek jsou přivařeny víka, ve kterých jsou nalisovány kluzná ložiska (Obr. 3.14 - 3) pro vedení šroubovací tyče.



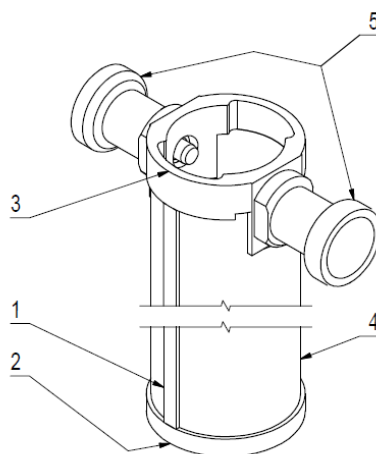
Obr. 3.14 Nastavitelný doraz

Horní trubka se skládá z trubky ISO 4200–33,7x1,6 délky 340 mm (Obr. 3.15 - 3). Na spodní konec je přivařeno vedení (Obr. 3.15 - 1). Na horní konec trubky je přivařena příruba (Obr. 3.15 - 2), sloužící pro připevnění dorazu k supportu. Po délce jsou v trubce vyvrtány otvory pro zajištění. Otvory jsou popsány příslušnými délkami hmoždinek.



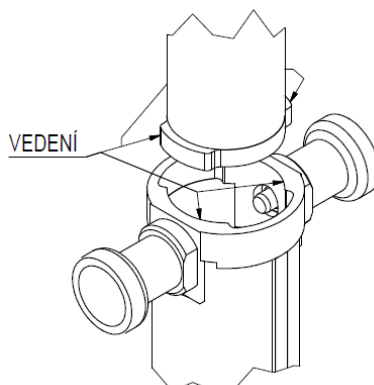
Obr. 3.15 Horní trubka dorazu

Spodní trubka se skládá z trubky ISO 4200 42,4x1,6 délky 360 mm (Obr. 3.16 - 4). Na spodním konci je opět přivařeno víko (Obr. 3.16 - 2). Na horní straně je přivařena průchozí objímka (Obr. 3.16 - 3), na které jsou dva pružinové pístky (Obr. 3.16 - 5), výrobce Eles Ganter (Příloha C). Ty jsou k objímce přivařeny. Dále jsou k trubce přivařeny dva plechové pásy (Obr. 3.16 - 1), vedoucí od spodního víka až k objímce. Při šroubování po nich kloužou západky lůžka a zabraňují tak opotřebení samotné trubky dorazu.



Obr. 3.16 Spodní trubka dorazu

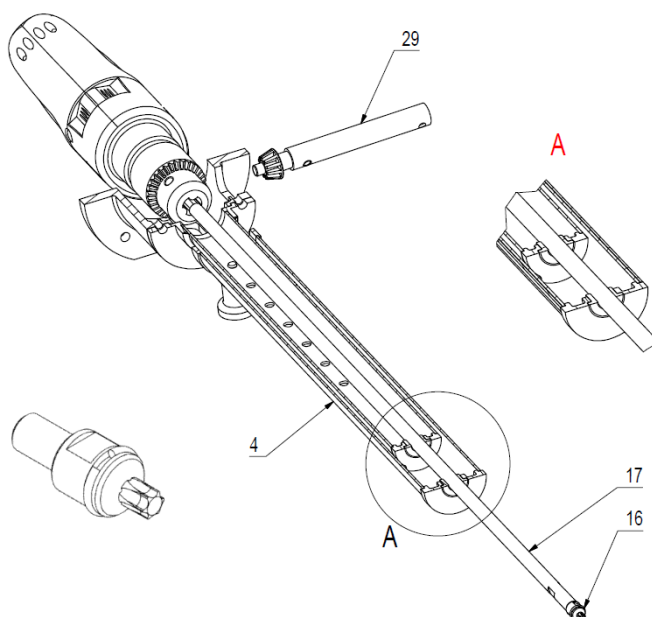
Vymezení axiální vůle mezi trubkami dorazu je zajištěno výstupky na vnější straně spodního víčka horní trubky (Obr. 3.15 - 1) a na vnitřní straně průchozí objímky spodní trubky (Obr. 3.16 - 2). Viz také Obr. 3.17.



Obr. 3.17 Axiální vedení trubek dorazu

Na Obr. 3.18 vidíme vrtačku, nastavitelný doraz (Obr. 3.18 - 4), šroubovací tyč (Obr. 3.18 - 17) s vyměnitelným bitem (Obr. 3.18 - 16) a uložení dorazu. Tyto komponenty dohromady tvoří tzv. šroubovací ústrojí.

Šroubovací tyč je upevněna za šestihran ve sklíčidle vrtačky, pro její snadnější montáž a demontáž slouží speciální prodloužený klíč sklíčidla (Obr. 3.18 - 29), který je součástí zařízení. Vyměnitelný bit (Obr. 3.18) obsahuje kovový pružný kroužek, který zevnitř přidržuje hmoždinku. Se šroubovací tyčí je spojen pomocí závitu M6, obě součásti jsou opatřeny plochami pro klíč 7 a 8 mm. Bit a šroubovací tyč jsou nakupované součásti.

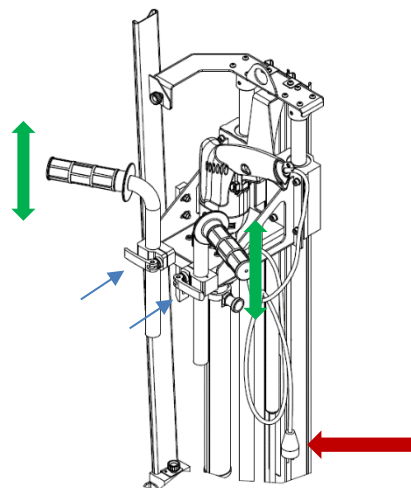


Obr. 3.18 Řez šroubovacím ústrojím

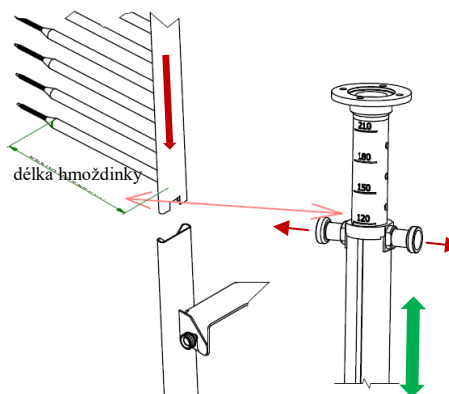
4. Popis pracovního cyklu

1. Předtím než přistoupíme k samotnému používání zařízení se přesvědčíme, že je zařízení kompletní a žádná jeho část není uvolněna nebo jakkoliv poškozena.

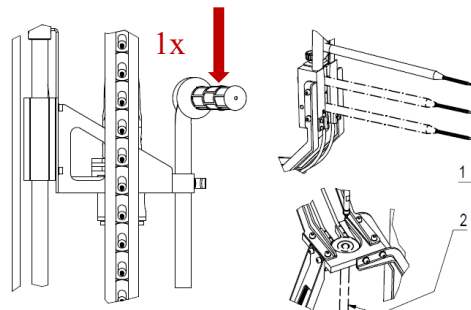
Dále připojíme zařízení do elektrické sítě a přizpůsobíme výšku řídítek, to provedeme povolením excentrických upínačů.



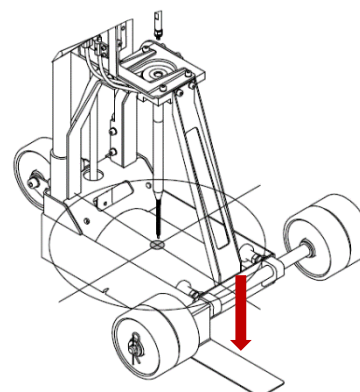
2. V dalším kroku je nutné vložit do zásobníku blistr s hmoždinkami a podle délky zvolených hmoždinek nastavit doraz. To se provede zatažením pružinových pístků a zasunutím, nebo vysunutím spodní trubky na požadovanou polohu.



3. Následně zatlačíme na řídítká a sjedeme se supportem do polohy, aby se aktivoval podavač. Tím připravíme hmoždinku do lůžka.

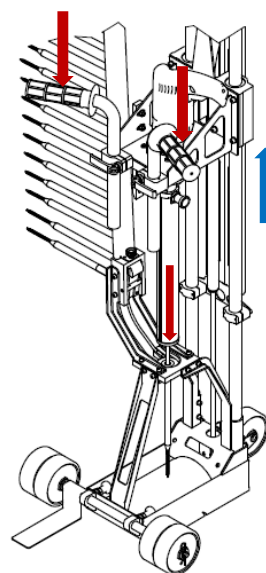


4. Zapneme vrtačku. Přijedeme na místo kde chceme provést šroubování a nohou zatížíme příšlap, tím zamezíme nechtěnému pohybu zařízení během šroubování.



Obr. 4.1 Popis cyklu část 1

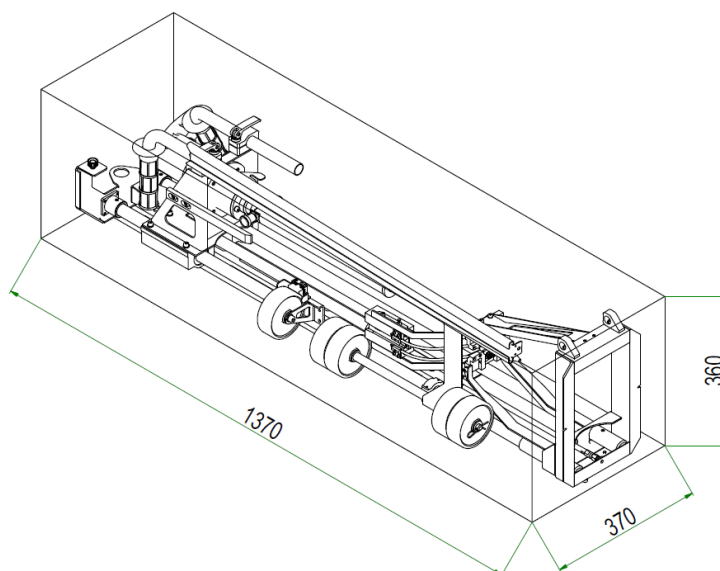
5. Zatlačením na řídítka sjedeme se supportem směrem dolů. Dojde k naražení hmoždinky na šroubovací tyč a zašroubování hmoždinky. Po dosažení zašroubování uvolníme tlak na řídítka a support se sám vrátí do původní polohy. V okamžiku navracení supportu do výchozí polohy je už v lůžku připravena další hmoždinka.



Obr. 4.2 Popis cyklu část 2

Uskladnění a přeprava

Zařízení bylo navrženo s ohledem na snadnou přepravu, je opatřeno závěsným okem a možností demontáže některých komponent, aby se vešlo do co nejmenší přepravní bedny. Minimální vnitřní rozměry přepravní bedny jsou $\text{Š} \times \text{V} \times \text{H} = 370 \times 1370 \times 360$, aby se do ní zařízení vešlo, je nutné demontovat přední a zadní nápravu, zásobník podavače hmoždinek a složit řídítka.

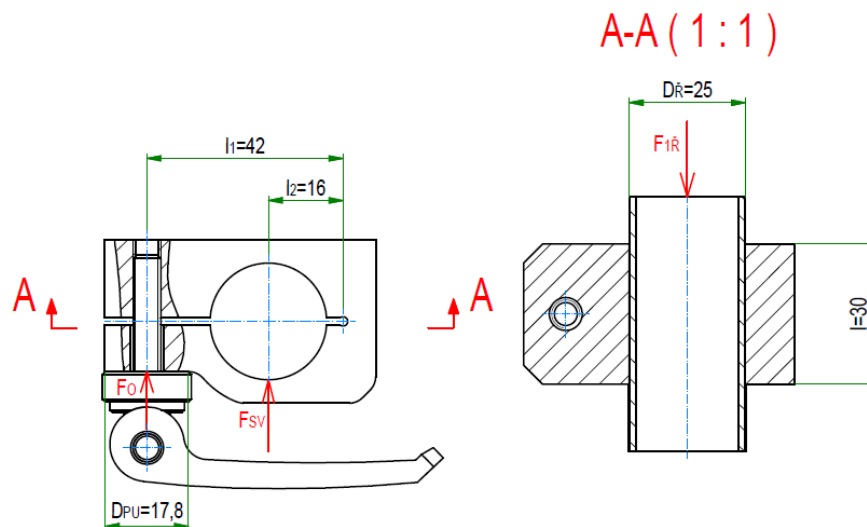


Obr. 4.3 Uložení do přepravní bedny

5. Výpočty

5.1. Kontrola svěrného spojení řídítek

Svěrné spojení je součástí sestavy supportu, popsané v kapitole 3.1. Tento svěrný spoj přenáší sílu od obsluhy z řídítek na support, to znamená že přenáší jen axiální sílu. Je konstruováno jako jednostranně rozříznuté. Svěrná síla je vyvolána excentrickým upínačem. Rozměry svěrného spojení viz Obr. 5.1, jsou zvoleny podle doporučených empirických vztahů ².



Obr. 5.1 Schéma svěrného spojení řídítek

Znamé parametry

- dovolený tlak $p_D = 65 \text{ MPa}$ ¹
- součinitel tření $f = 0,15$ ¹

Volené parametry

- maximální síla působící na jedno řídítko $F_{1\check{R}} = 400 \text{ N}$
- materiál svěrného spojení ocel S235JRG2

Výpočet potřebné osově síly F_O a otláčení

vycházím z rovnice pro smykové tření (5.1), odkud vyjádřím svěrnou sílu F_{SV} a z jednoduchého přepočtu páky sil F_O a F_{SV} (5.2).

$$F_{1\check{R}} = f \cdot F_{SV} \rightarrow F_{SV} = \frac{F_{1\check{R}}}{f} \quad (5.1)$$

$$F_o \cdot l_1 = F_{SV} \cdot l_2 \rightarrow F_o = F_{SV} \cdot \frac{l_2}{l_1} \quad (5.2)$$

Dosazením rovnice (5.2) do (5.1) dostanu rovnici pro výpočet osově síly F_o (5.3).

$$F_o = \frac{F_{1\check{R}}}{f} \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot k_s \quad (5.3)$$

$$F_o = \frac{400}{0,15} \cdot \frac{16}{42} \cdot 1,5 = \mathbf{1524 \text{ N}}$$

kde: $k_s = 1,5$ je koeficient bezpečnosti svěrného spojení, jehož hodnotu volím

Výslednou sílu F_o jsem použil pro výběr velikosti excentrického upínače. Vybraný typ viz Příloha B, má katalogovou maximální upínací sílu až 8 kN.

Když znám potřebnou svěrnou sílu, lze zkontrolovat svěrnou plochu na otláčení. Abych nemusel počítat sílu F_{SV} dosadím do rovnice (5.4) vyjádření z rovnice (5.2).

$$p = \frac{F_{SV}}{S} \leq p_D \quad (5.4)$$

$$p = \frac{F_o \cdot \frac{l_1}{l_2}}{D_{\check{R}} \cdot l} \quad (5.5)$$

$$p = \frac{1524 \cdot \frac{42}{16}}{25 \cdot 30} = \mathbf{5,33 \text{ MPa}}$$

Vypočtený tlak je menší než tlak dovolený.

Dále provedu kontrolu na otláčení plochy pod podložkou excentrického upínače o průměru D_{PU} . Tato plocha přenáší sílu F_o . V katalogu výrobce je jako materiál podložky uvedena „pozinkovaná ocel“, budu uvažovat konstrukční ocel třídy 11 $\rightarrow p_D = 90 \text{ MPa}^1$.

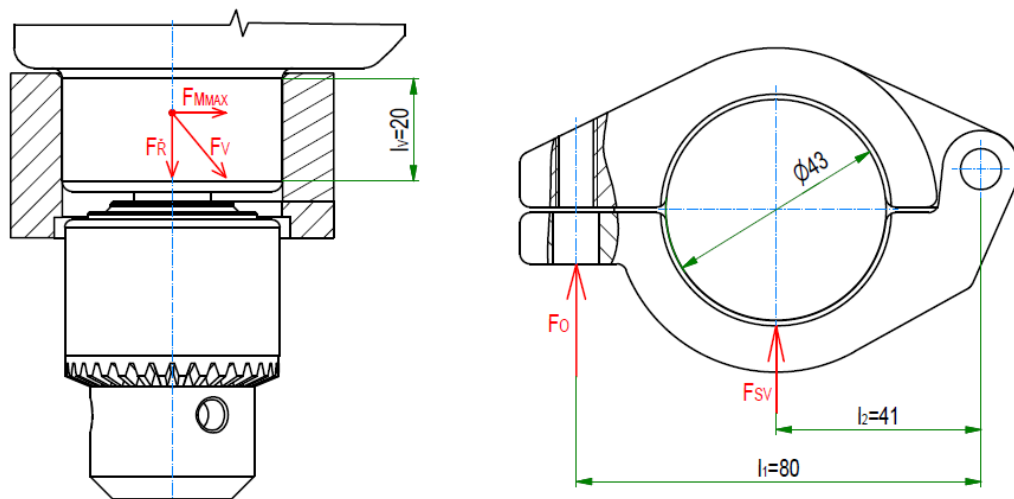
$$p = \frac{F_o}{\frac{\pi \cdot D_{PU}^2}{4}} \leq p_D \quad (5.6)$$

$$p = \frac{1524}{\frac{\pi \cdot 17,8^2}{4}} = \mathbf{6,15 \text{ MPa}}$$

Vypočtený tlak je menší než tlak dovolený.

5.2. Kontrola svěrného spojení vrtačky

Tento uzel je také součástí sestavy supportu viz kapitola 3.1. Svěrné spojení vrtačky musí přenést maximální krouticí moment od vrtačky M_{MAX} a také maximální sílu působící na řídítka F_R . Výsledná přenášená síla je tedy součet obvodové síly F_{MV} a síly F_R . Rozměry jsou zakótovány na Obr. 5.2.



Obr. 5.2 Schéma svěrného spojení vrtačky

Znamé parametry

- maximální krouticí moment vrtačky $M_{MAX} = 29 \text{ N} \cdot \text{m}$ (Příloha CH)
- součinitel tření $f = 0,15$
- maximální síla působící na řídítka $F_R = 800 \text{ N}$

Volené parametry

- dovolený tlak $p_D = 20 \text{ MPa}$

S ohledem na to, že je část vrtačky určená pro upnutí vyrobena z kovu neznámé jakosti, volím maximální dovolený tlak jen 20 MPa.

Jako první je potřeba spočítat obvodovou sílu F_{MV} , vznikající z maximálního krouticího momentu M_{MAX} na průměru D_{VR} .

$$F_{MV} = \frac{M_{MAX}}{\frac{D_{VR}}{2}} = \frac{29}{\frac{0,043}{2}} = 674,42 \text{ N} \quad (5.7)$$

Nyní můžu spočítat výslednici obou zatěžujících sil F_V .

$$F_V = \sqrt{F_{MV}^2 + F_R^2} = \sqrt{674,42^2 + 800^2} = \mathbf{1046,35\text{ N}} \quad (5.8)$$

Nyní, když je známa zatěžující síla, můžu přistoupit k výpočtu potřebné osové síly pro spojení a kontroly na otláčení, podobně jako v předchozím bodu.

$$F_V = f \cdot F_{SV} \rightarrow F_{SV} = \frac{F_V}{f} \quad (5.9)$$

$$F_o = F_{SV} \cdot \frac{l_2}{l_1} \quad (5.10)$$

Dosazením rovnice (5.9) do (5.10) dostanu rovnici pro výpočet osové síly F_o (5.11).

$$F_o = \frac{F_V}{f} \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot k_s \quad (5.11)$$

$$F_o = \frac{1046,35}{0,15} \cdot \frac{41}{80} \cdot 1,5 = \mathbf{5362,5\text{ N}}$$

kde: $k_s = 1,5$ je opět koeficient bezpečnosti svěrného spojení

Následuje kontrola svěrné plochy vrtačky na otláčení.

$$p = \frac{F_{SV}}{S} \leq p_D \quad (5.12)$$

$$p = \frac{F_o \cdot \frac{l_1}{l_2}}{D_{VR} \cdot l_v} \quad (5.13)$$

$$p = \frac{5362,5 \cdot \frac{80}{41}}{43 \cdot 20} = \mathbf{12,17\text{ MPa}}$$

Vypočtený tlak je menší než tlak dovolený.

Nyní ještě spočítám potřebný utahovací moment šroubu.

Utahovací moment šroubu se skládá ze dvou dílčích třecích momentů ².

$$M_U = M_{TZ} + M_{TM} \quad (5.14)$$

M_{TZ} je třecí moment v závitech a M_{TM} vzniká třením pod hlavou šroubu.

$$M_{TZ} = F_O \cdot \tan(\alpha' + \psi) \cdot \frac{d_2}{2} \quad (5.15)$$

$$M_{TM} = F_O \cdot f_z \cdot \frac{D_D + D_{SK}}{4} \quad (5.16)$$

kde:	$\alpha' [^\circ]$	redukovaný třecí úhel závitu
	$\psi [^\circ]$	úhel stoupání závitu
	$f_z = 0,15$	součinitel tření v závitu
	$d_2 = 7,188 \text{ mm}$	střední průměr závitu šroubu
	$D_D = 9 \text{ mm}$	velikost díry v podložce
	$D_{SK} = 13 \text{ mm}$	velikost otvoru utahovacího klíče

Pro sevření je použit šroub s válcovou hlavou M8.

Nyní musím spočítat redukovaný třecí úhel a úhel stoupání závitu ¹.

$$\alpha' = \operatorname{atan}\left(\frac{f_z}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}\right) = \operatorname{atan}\left(\frac{0,15}{\cos\left(\frac{60}{2}\right)}\right) = 9,83^\circ \quad (5.17)$$

$$\psi = \operatorname{atan}\left(\frac{P}{\pi \cdot d_2}\right) = \operatorname{atan}\left(\frac{1,25}{\pi \cdot 7,188}\right) = 3,17^\circ \quad (5.18)$$

kde: $P = 1,25 \text{ mm}$ je stoupání závitu

Nyní můžu do rovnice (5.14) dosadit rovnice (5.15) a (5.16) a spočítat potřebný utahovací moment šroubu (5.19).

$$M_U = F_O \cdot \tan(\alpha' + \psi) \cdot \frac{d_2}{2} + F_O \cdot f_z \cdot \frac{D_D + D_{SK}}{4} \quad (5.19)$$

$$M_U = 5362,5 \cdot \tan(9,83 + 3,17) \cdot \frac{7,188}{2} + 5362,5 \cdot 0,15 \cdot \frac{9 + 13}{4} \quad (5.20)$$

$$M_U = 8\,873,5 \text{ N} \cdot \text{mm} = 8,8 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (5.21)$$

Na příslušném výkrese bude v poznámce napsán utahovací moment $9 \text{ N} \cdot \text{m}$.

5.3. Kontrola otláčení zajišťovacích čepů dorazu

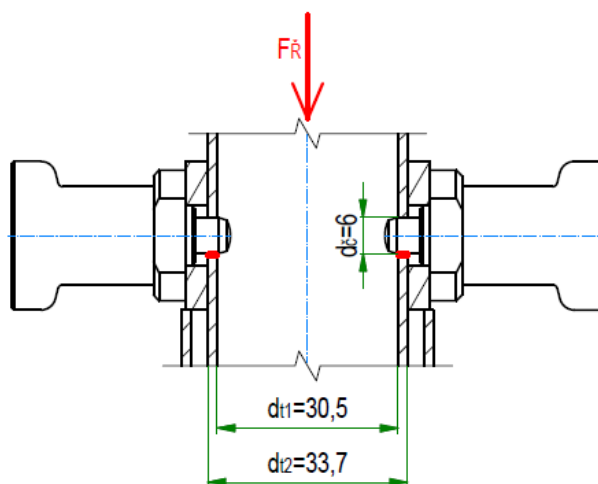
Při zatlačení na nastavitelný doraz přenáší veškeré zatížení dva zajišťovací čepy. Jelikož má vnitřní trubka nastavitelného dorazu poměrně tenkou stěnu, je vhodné zkontrolovat tuto plochu na otláčení. Předpokládám, že doraz přenáší maximální sílu na řídítka $F_{\check{R}}$, typ trubky je ISO 4200 33,7x1,6. Rozměry dle Obr. 5.3. Materiál trubky je S335JO (ekvivalent 11 523 dle normy ČSN 42 0002). Popisem nastavitelného dorazu se zabývá kapitola 3.6.

Znamé parametry

- maximální síla působící na řídítka $F_{\check{R}} = 800 \text{ N}$

Volené parametry

- dovolený tlak $p_D = 65 \text{ MPa}^1$



Obr. 5.3 Schéma zajišťování dorazu

Výpočet se zaměřuje na plochy, o které se opírají čepy pružinových pístků (Obr. 5.3).

$$p = \frac{F_{\check{R}}}{2 \cdot S} \leq p_D \quad (5.22)$$

$$p = \frac{F_{\check{R}}}{2 \cdot d_c \cdot t} \quad (5.23)$$

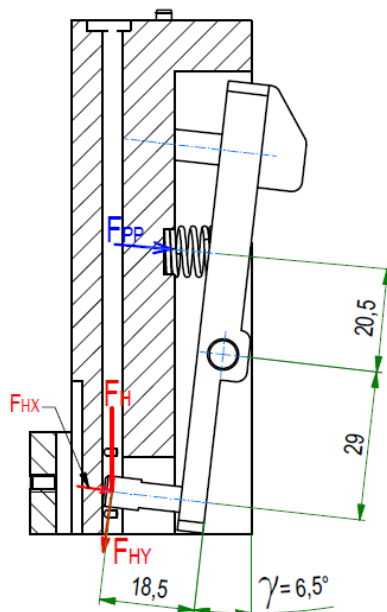
$$p = \frac{800}{2 \cdot 6 \cdot 1,6} = 41,67 \text{ MPa}$$

kde: $t = 1,6 \text{ mm}$ je tloušťka stěny vnitřní trubky

Vypočtený tlak je menší než tlak dovolený.

5.4. Návrh pružin podavače

Jedná se o dvojici pružin, které udržují podavač v uzavřené poloze. Správné navržnutí jejich síly je stěžejní pro správnou funkci podavače. Slabé pružiny by mohly zapříčinit nechtěné propadávání hmoždinek, moc silné pružiny by zbytečně zatěžovaly tlačník a jeho připevnění k bočnici supportu.



Obr. 5.4 Výpočtové schéma podavače

V uzavřené poloze působí na spodní kolíky tíhová síla všech hmoždinek v zásobníku nad nimi F_H . Jelikož je západka skloněna pod úhlem γ , síla F_H se rozkládá na dvě kolmé složky F_{HX} a F_{HY} . Ty vytvářejí moment síly vzhledem k ose otáčení západky. Proti působí síly pružin podavače F_{PP} .

Je-li zásobník plný talířových hmoždinek délky 210 mm se šrouby 80 mm dosahuje hmotnost $m_H = 0,8$ kg.

Znamé parametry

- maximální síla od hmoždinek $F_H = m_H \cdot g = 0,8 \cdot 9,81 = 7,85$ N

Rozklad síly F_H

$$F_{HX} = F_H \cdot \sin(\gamma) = 7,85 \cdot \sin(6,5^\circ) = 0,9 \text{ N} \quad (5.24)$$

$$F_{HY} = F_H \cdot \cos(\gamma) = 7,85 \cdot \cos(6,5^\circ) = 7,8 \text{ N} \quad (5.25)$$

Výpočet F_{PP} použitím rovnice momentové rovnováhy vzhledem k ose otáčení západky (Obr. 5.4)

$$\sum_{i=1}^n M_{iA} = 0 \quad (5.26)$$

$$F_{HX} \cdot 29 + F_{HY} \cdot 18,5 - F_{PP} \cdot 20,5 = 0 \quad (5.27)$$

$$F_{PP} = \frac{F_{HX} \cdot 29 + F_{HY} \cdot 18,5}{20,5} \quad (5.28)$$

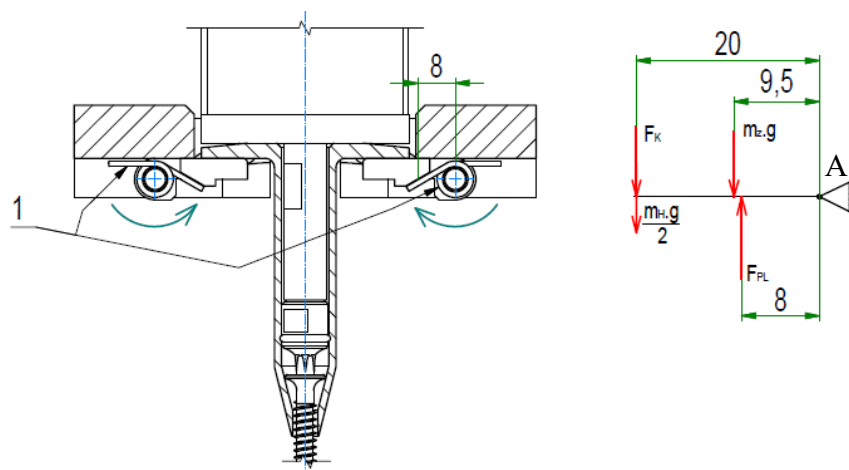
$$F_{PP} = \frac{0,9 \cdot 29 + 7,8 \cdot 18,5}{20,5} = 8,3 \text{ N}$$

Výslednou skutečnou sílu zvýším o bezpečnost $k_p = 2$ na $F_{PP \text{ skut}} \doteq 20 \text{ N}$ z důvodu možného působení otřesů, rázů při plnění zásobníku a podobně.

Z výpočtu vyplývá, že síla jedné pružiny podavače by měla být $F_{1PP} = 10 \text{ N}$. Z katalogu tlačných pružin (Příloha E) volím pružinu 44/5/1 (průměr drátu 0,8mm, vnější průměr pružiny 10,8mm, volná délka 20 mm).

5.5. Návrh pružin lůžka

Je nutno navrhnout sílu zkrutných pružin držících západky lůžka (Obr. 5.5 - 1) tak, aby udržely tíhu samotných západek ($m_z \cdot g$), tíhu hmoždinky ($m_H \cdot g$) a sílu, která vzniká při zasouvání bitu s přídržným kroužkem do hmoždinky F_K .



Obr. 5.5 Výpočtové schéma pružin lůžka

Znamé parametry

- hmotnost západky $m_z = 0,02 \text{ kg}$
- hmotnost jedné hmoždinky $m_{1H} = 0,021 \text{ kg}$

Volené parametry

- Síla $F_K = 5 \text{ N}$

Sílu F_K určuji pouze odhadem, a to 5 N na každou západku. Její přesná hodnota se dá vyčíslit pouze experimentálně.

Síla pružiny lůžka F_{PL} vypočítám pomocí rovnice momentové rovnováhy, vzhledem k ose otáčení západky (5.21).

$$\sum_{i=1}^n M_{iA} = 0 \quad (5.29)$$

$$F_{PL} \cdot 8 - m_z \cdot g \cdot 9,5 - \frac{m_H \cdot g \cdot 20}{2} - F_K \cdot 20 = 0 \quad (5.30)$$

$$F_{PL} = \frac{m_z \cdot g \cdot 9,5 + m_H \cdot g \cdot 10 + F_K \cdot 20}{8} \quad (5.31)$$

$$F_{PL} = \frac{0,02 \cdot 9,81 \cdot 9,5 + 0,021 \cdot 9,81 \cdot 10 + 5 \cdot 20}{8} = 12,7 \text{ N}$$

Minimální síla potřebná pro udržení západky lůžka je $F_{PL} = 12,7 \text{ N}$. Následně tuto sílu zvětším o bezpečnost $k_{PL} = 1,5$ a vypočítám potřebný kroutící moment pružiny.

$$M_{PL} = F_{PL} \cdot 8 \cdot k_{PL} = 12,7 \cdot 8 \cdot 1,5 = 152,4 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (5.32)$$

Dle výsledku rovnice (5.32) volím z katalogu zkrutných pružin (Příloha D) pružinu M 12 R 19 (průměr drátu 1,2 mm, provedení ramen D)

5.6. Návrh síly pneumatické pružiny

Z finálního 3D modelu jsem zjistil, že hmotnost supportu a všech komponent s ním spojených je $m_S = 11,2 \text{ kg}$. Volím proto sílu pneumatické pružiny $F_{PLP} = 130 \text{ N}$.

Z katalogu výrobce pneumatických pružin firmy Bansbach (Příloha F) jsem vybral pružinu s označením: **H0N0-42-600-1250-120N**. Kde:

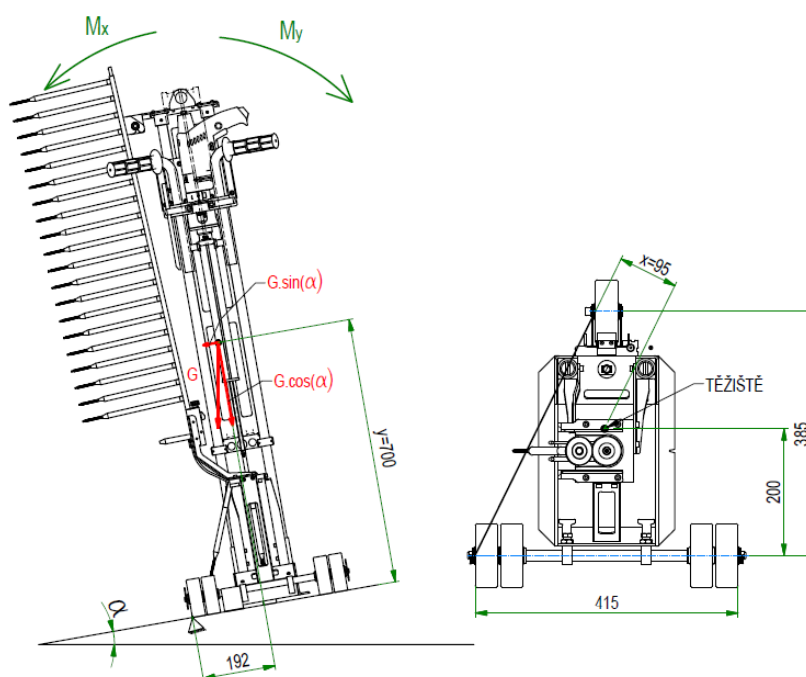
H0 - koncovka pístnice - závit M8	600 - zdvih [mm]
N0 - koncovka válce - závit M8	1250 - vysunutá délka [mm]
4 - výsuvná rychlost/tlumení - normální	130N - výsuvná síla
2 - průměr pístnice/válce - 10/22 [mm]	

K uložení jednoho konce plynové pružiny je použita kloubová spojka od stejného výrobce.

5.7. Kontrola stability

Cílem tohoto výpočtu je získání maximálního úhlu sklonu roviny α , po které se může zařízení pohybovat, aniž by hrozilo jeho převrácení.

Protože je podavač a zásobník umístěn na levé straně, není těžiště v ose zařízení, převrácení může nejpravděpodobněji nastat právě na levou stranu. Podvozek je tříkolový, zařízení se bude překlápět přes levé zadní a přední kolo.



Obr. 5.6 Schéma pro výpočet úhlu naklonění

Z Obr. 5.6 můžeme vidět, že se tíha G při naklopení rozloží na dvě kolmé složky. Složka $(G \cdot \sin \alpha)$ generuje na ramenu x klopný moment M_X . Složka $(G \cdot \cos \alpha)$ zase klopný moment M_Y na ramenu y .

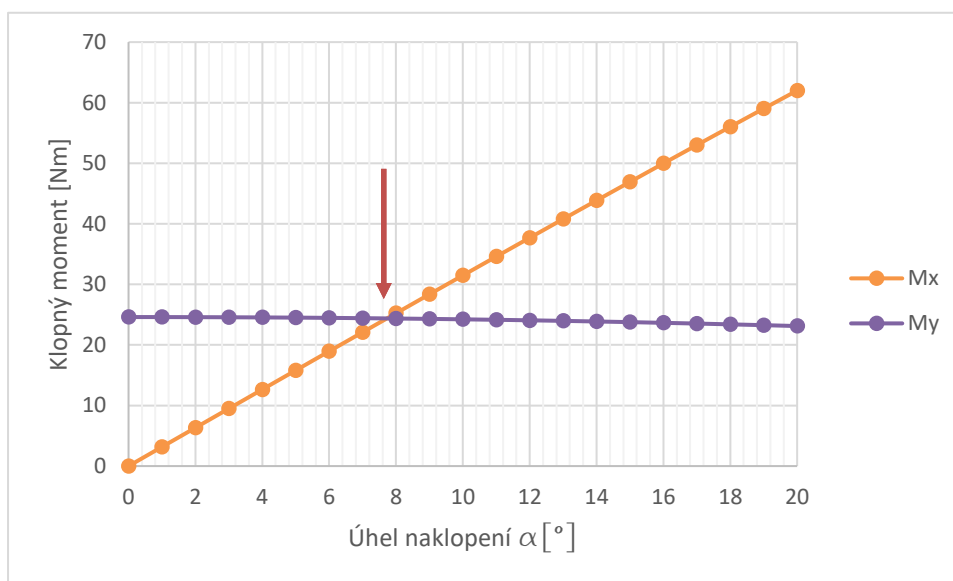
$$M_Y = G \cdot \sin(\alpha) \cdot y = m_c \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot y \text{ [N} \cdot \text{m]} \quad (5.33)$$

$$M_X = G \cdot \cos(\alpha) \cdot x = m_c \cdot g \cdot \cos(\alpha) \cdot x \text{ [N} \cdot \text{m]} \quad (5.34)$$

kde: x a y jsou vzdálenosti těžiště viz (Obr. 5.6)

$m_c = 28,2 \text{ kg}$ je celková hmotnost zařízení

Na základě rovnic (5.33) a (5.34) je vytvořen graf, který znázorňuje závislost klopných momentů na velikosti úhlu sklonu α .



Graf 5.1 Závislost klopných momentů na úhlu naklopení

V bodu, kde se průběhy momentů protínají, nastává rovnovážná poloha. Za ní převažuje moment M_x a dojde k převrácení. Přesná hodnota průsečíku je $\alpha = 7,72^\circ$. Ačkoliv tato hodnota není moc velká, pro dané využití je dostačující. Norma ČSN 73 1901⁴ definuje plochou střechu jako střechu se sklonem vnějšího povrchu $\alpha < 5^\circ$.

6. Pevnostní analýza

Pomocí pevnostní analýzy se pokusím prozkoumat chování některých prvků při jejich zatížení. Některé prvky budou zatěžovány maximálními pracovními silami, jiné budou zatěžovány vyššími silami, které mohou vzniknout například při poruše. Pro výpočty používám doplněk pevnostní analýza programu Autodesk Inventor 2018.

6.1. Zatížení supportu

V této analýze budu simulovat situaci, kdy je konec nastavitelného dorazu opřen o zem a na řídítka působí maximální síla F_R . Z výsledků mě bude nejvíce zajímat chování trubkových řídítek, svařence supportu a částí dorazu. Model je pro potřeby analýzy zjednodušen, jsou vyřazeny komponenty, které se analýzy netýkají.

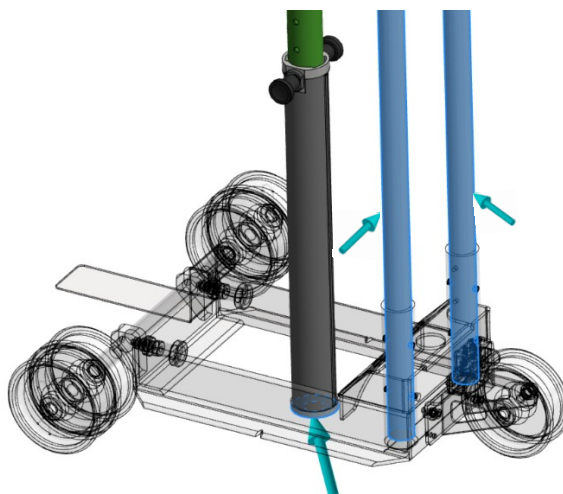
Největší hodnoty napětí a posunutí očekávám na řídítkách, protože na ně působí zatěžující síla. Také očekávám, že se projeví síla od pneumatické pružiny.

Materiál

Materiály všech dílů jsou nastaveny, tak jak by byly ve skutečnosti. Všechny ocelové díly včetně trubkových řídítek a svařenců jsou z materiálu S235JRG2 (což je ekvivalent materiálu 11 373, dle již neplatného označení ČSN 42 0002). Tato ocel je také přidána do knihovny materiálů programu a mechanické vlastnosti jsou nastaveny dle materiálového listu viz Příloha CD1.

Vazby

Umístění pevných vazeb jsem zvolil na svislých vodících trubkách. Dále je na spodním konci dorazu umístěna pevná vazba, která zamezuje pohyb ve svislém směru – ose Z (Obr. 6.1).



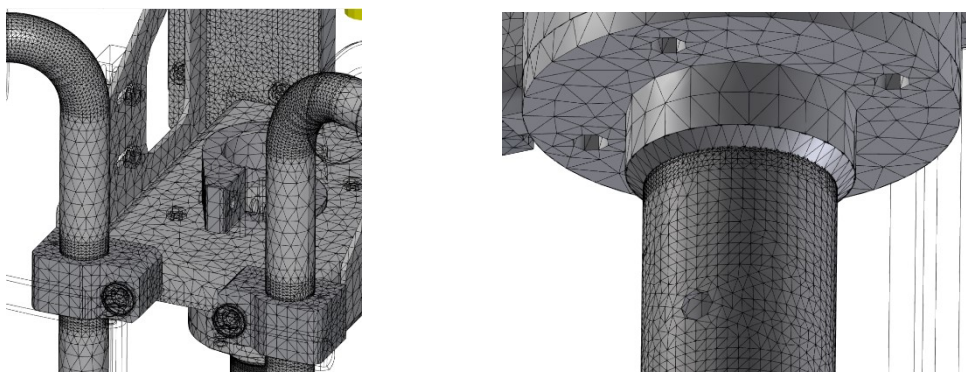
Obr. 6.1 Umístění vazeb

Dotyky

Jelikož se z většiny jedná o svařence, šroubové a svěrné spoje, jsou všude použity vázané dotyky. S výjimkou dotyku lineárních setů s vodícími tyčemi a vnitřní trubky dorazu s vnější, zde je použit dotyk posouvání bez oddělení. U dorazu jsem ho použil proto, aby bylo zatížení přenášeno pouze přes pružinové písky jako ve skutečnosti.

Sít'

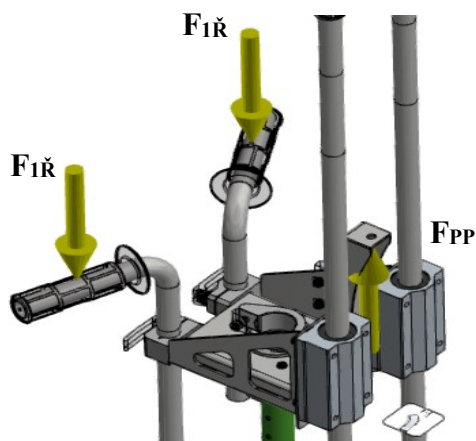
Jelikož se jedná o sestavu s více díly, tak jsem s ohledem na výpočetní výkon ponechal automatické rozdělení sítě. Sít' je zhuštěna pouze v předpokládaných kritických místech. Dále jsem pomocí nastavení konvergence upravil maximální počet upřesnění h na 1. Tím docílím automatického zmenšení prvků pouze v oblastech s kritickým zatížením.



Obr. 6.2 Místní řízení sítě

Zatížení

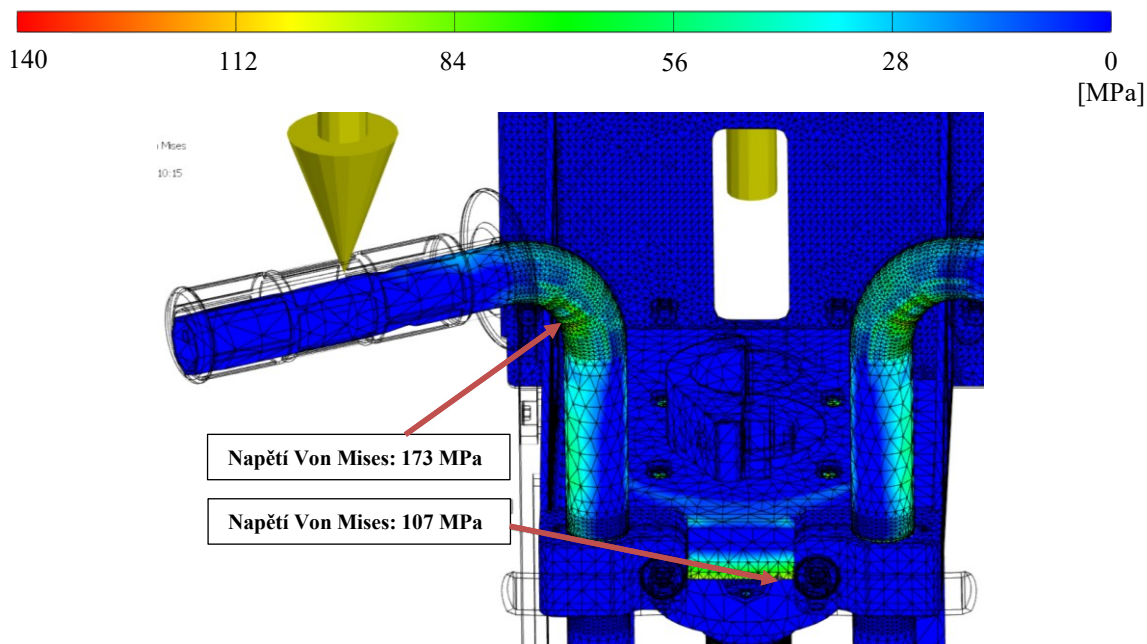
Na řídítka působí síla $F_{\text{Ř}} = 800 \text{ N}$, tedy na každé řídítko $F_{1\text{Ř}} = 400 \text{ N}$. Tato síla působí směrem dolů. Proti této síle působí síla od pneumatické pružiny $F_{\text{PLP}} = 130 \text{ N}$, ta působí na svařenec supportu.



Obr. 6.3 Zatížená sestava před spuštěním simulace

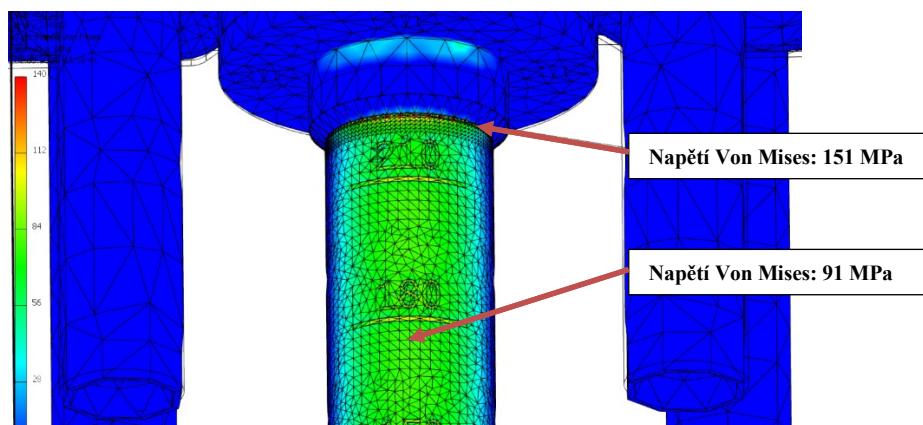
Výsledky simulace - Napětí Von Mises

Toto napětí představuje redukované napětí. Na Obr. 6.4 lze vidět rozložení napětí na supportu. Největší napětí na této části je v ohybu trubkových řídítek (173 MPa), další místo se zvýšeným napětím je spojnice mezi svěrnými objímkami řídítek na svařenci supportu (107 MPa).



Obr. 6.4 Redukované napětí na supportu + měřítko napětí

Druhá nejvyšší hodnota napětí se nachází u svaru, v napojení vnitřní trubky dorazu na přírubu (151 MPa) viz Obr. 6.5. V některých místech modelu se objevily body s hodnotami napětí až 680 MPa. Tyto napěťové špičky přisuzuji chybě ve výpočtu. Při zjemnění sítě v těchto místech se hodnoty neustále zvyšovala. Proto můžu s jistotou říct, že se jedná o chybu. Z toho důvodu je i snižená maximální hodnota měřítka napětí (Obr. 6.4). Napětí na ostatních částech dorazu dosahuje maximálně 91 MPa.

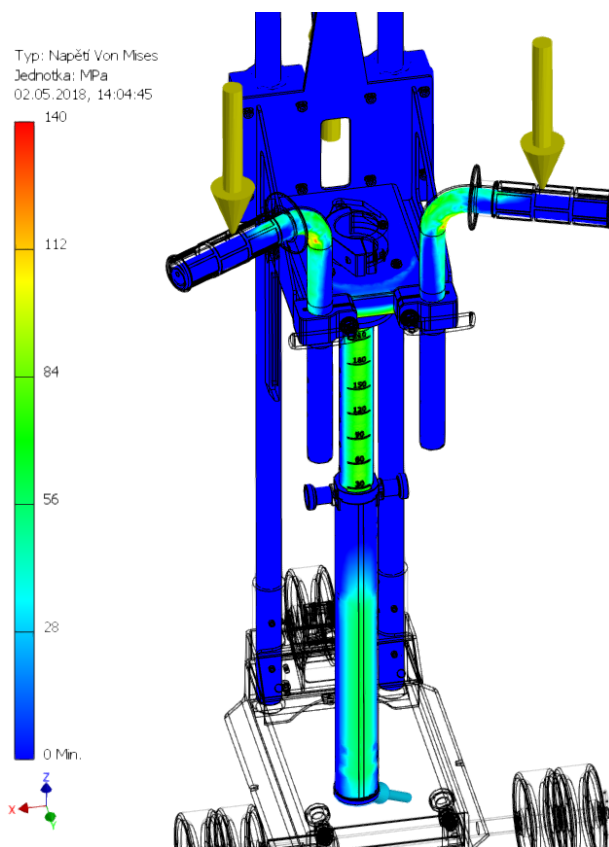


Obr. 6.5 Redukované napětí na dorazu

Na Obr. 6.6 lze vidět celkový pohled na zatížené zařízení. Žádná další hodnota napětí není vyšší než ty, zmíněné u Obr. 6.4 a Obr. 6.5.

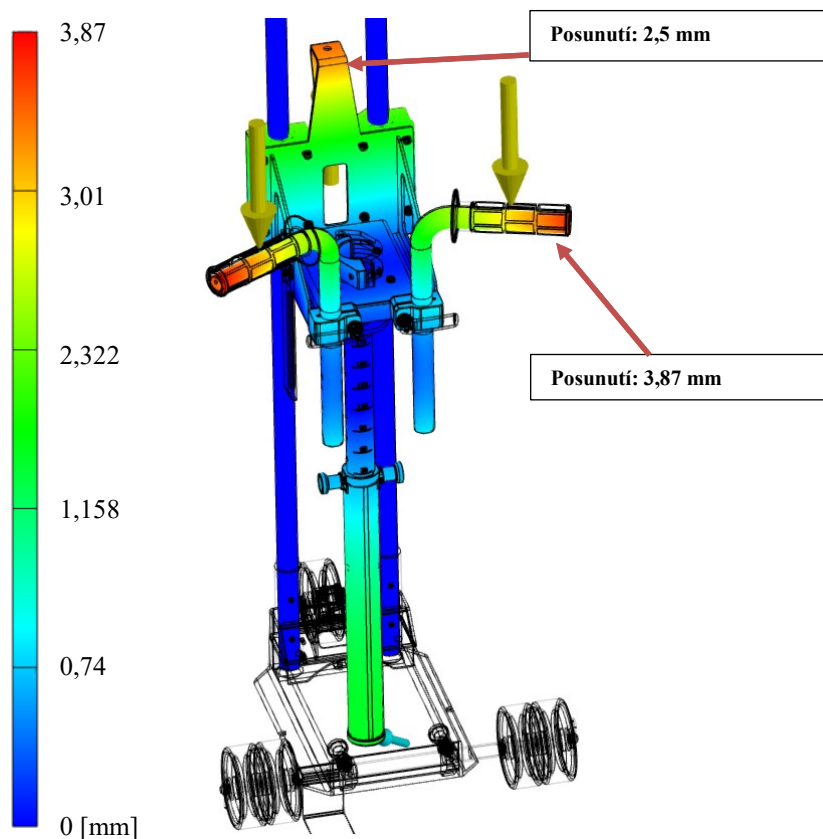
Zařízení se pod zatížením chová podle očekávání. Řídítka mají tendenci se ohýbat a tenkostěnná trubka dorazu ukazuje výskyt napětí.

Maximální napětí je 173 MPa. Vzhledem ke zvolenému materiálu S235JRG2, se stále pohybuje pod mezí kluzu ($R_e = 230 \text{ MPa}$).



Obr. 6.6 Redukované napětí celek

Výsledky simulace - Posunutí



Obr. 6.7 Výsledek analýzy posunutí

Analýza posunutí ukazuje, že největší deformace nastane na koncích řídítek (3,87 mm). Druhá největší deformace se vyskytuje na svařenci supportu, konkrétně na uložení pneumatické pružiny (2,5 mm). Největší deformace se tedy nachází v působících zatěžujících sil (Obr. 6.7).

Tyto hodnoty jsou poměrně velké. Daly by se snížit například zvětšením tloušťky trubek řídítek a plechu uložení pneumatické pružiny, nebo vhodným umístěním žeber a výztuh.

6.2. Zatížení lůžka

Zde dojde k zatížení lůžka silou F_R na jeho horní stranu. Tím se bude simulovat situace, kdy by došlo ke kolizi lůžka s dorazem. Tato situace by neměla nastat, zařízení je navrženo tak, aby se vzájemná pozice lůžka s dorazem dala seřadit. Ale mezi lůžko a doraz může například vniknout cizí těleso, čímž by došlo ke stejnému namáhání.

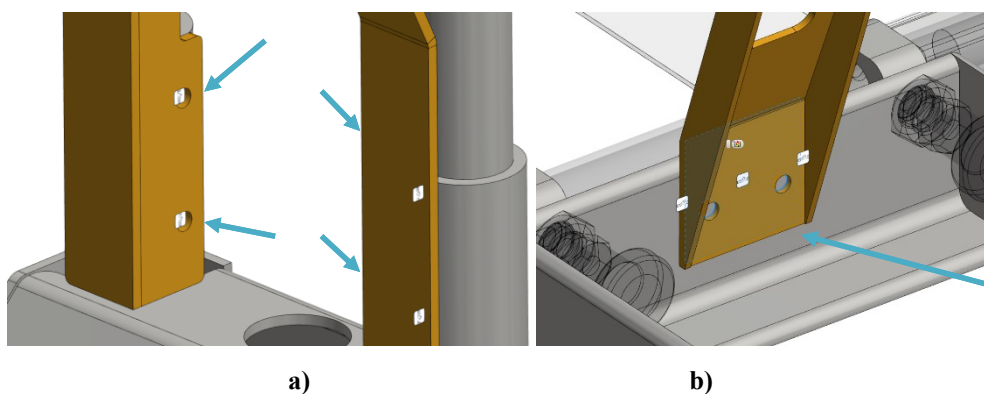
Cílem simulace je zjistit chování uložení lůžka a zda nedojde k příliš velké deformaci. K lůžku je také připojen podavač hmoždinek, proto budu sledovat i chování jeho uchycení.

Materiál

Materiály dílů jsou opět nastaveny dle skutečnosti. Lůžko a těleso podavače jsou vyrobeny z hliníkové slitiny EN AW 7022. všechny ostatní držáky jsou opět z oceli S235JRG2.

Vazby

Pevné vazby jsou umístěny do otvorů, kterými jsou přišroubovány přední držáky (Obr. 6.8 a). Další je na ploše zadního držáku, kterou se dotýká profilu rámu (Obr. 6.8 b).



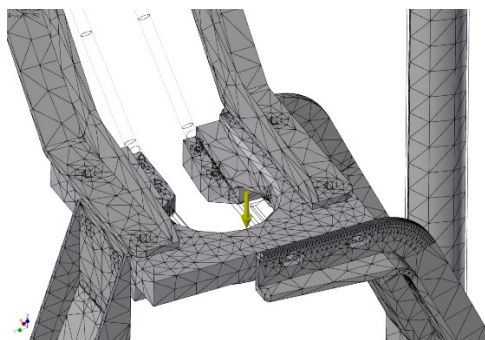
Obr. 6.8 Pevné vazby držáků lůžka

Dotyky

U všech součástí analýzy se jedná o tuhé, nerozebíratelné spoje – svařence nebo šroubové spoje. Proto jsou většinou použity vázané dotyky. U součástí, které nemají být spojeny, je použit dotyk separace.

Síť

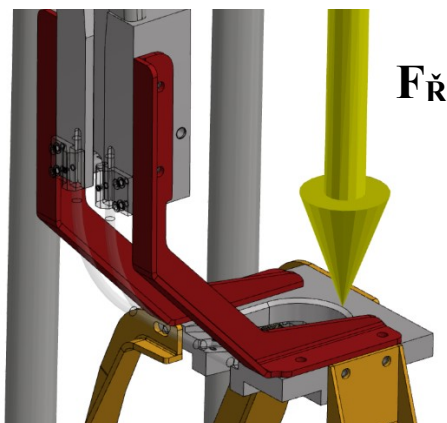
Opět jsem nechal automatické rozdělení sítě s místními úpravami v předpokládaných kritických místech (Obr. 6.9).



Obr. 6.9 Síť kolem lůžka

Zatížení

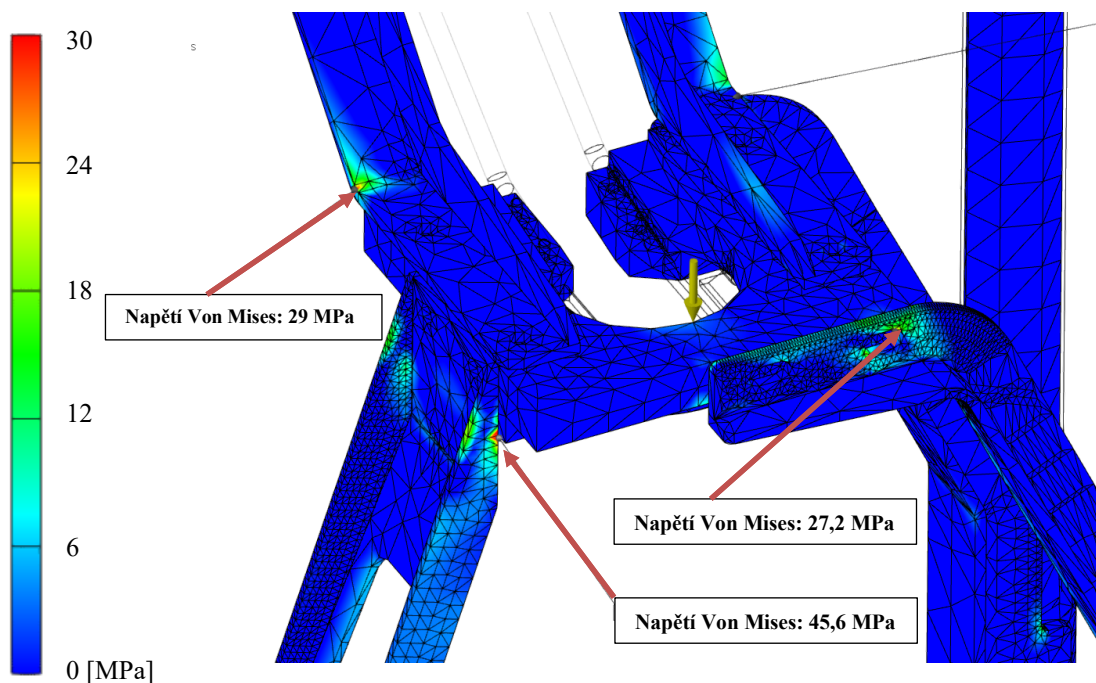
Na horní plochu lůžka působí síla $F_{\check{R}} = 800\text{ N}$, ve svislém směru.



Obr. 6.10 Zatížení lůžka

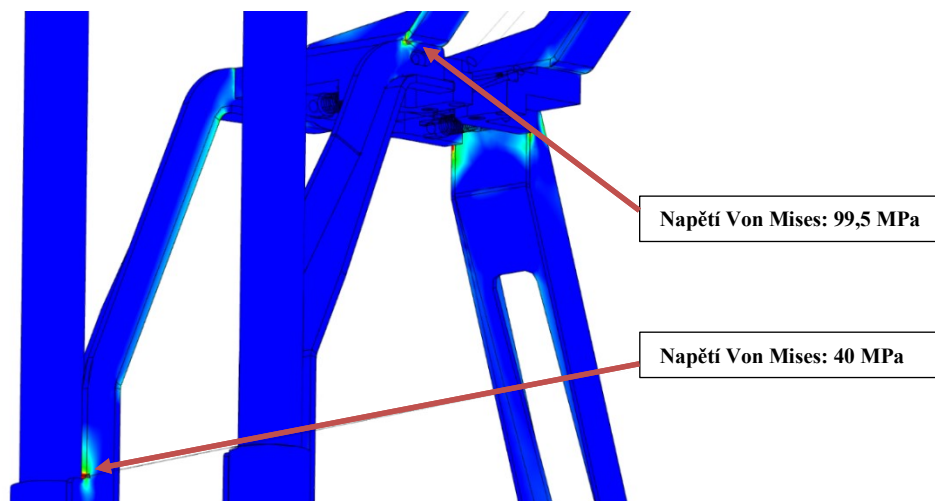
Výsledky simulace - Napětí Von Mises

Jak jsem předpokládal, největší koncentrace napětí se vyskytuje na plechových držácích lůžka. Hodnoty napětí se pohybují v přijatelných mezích. Nejvyšší viditelné napětí (Obr. 6.11) je 45,6 MPa a nachází se na zadním držáku lůžka. Napětí v dalších místech nepřesahují hodnotu 30 MPa.



Obr. 6.11 Rozložení napětí při zatížení lůžka

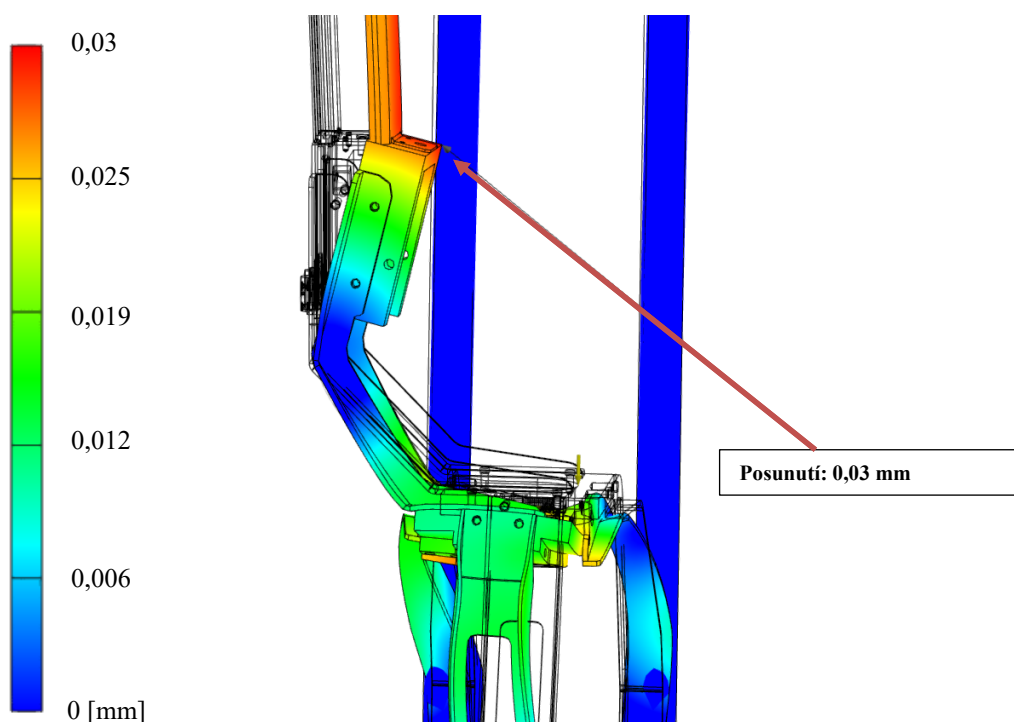
Jelikož je lůžko spojeno i s podavačem, který je dále připojen přes zásobník k horní části rámu, objevuje se napětí i na držácích podavače. I maximální hodnota napětí (99,5 MPa), se nachází na držáku podavače (Obr. 6.12). Domnívám se ale, že tato hodnota představuje opět napěťovou špičku vznikající vlivem chyby výpočtu.



Obr. 6.12 Rozložení napětí při zatížení lůžka 2

Výsledky simulace - Posunutí

Výsledek posunutí je pro mě trochu překvapením. Ani ne tak hodnota maximálního posunutí (0,03 mm), která je téměř zanedbatelná, ale výsledný tvar deformace při zvýšeném měřítku (Obr. 6.13). Nepředpokládal jsem, že zatížením lůžka bude takto ovlivněn i podavač.



Obr. 6.13 Výsledek analýzy posunutí lůžka

6.3. Zatížení závěsného oka

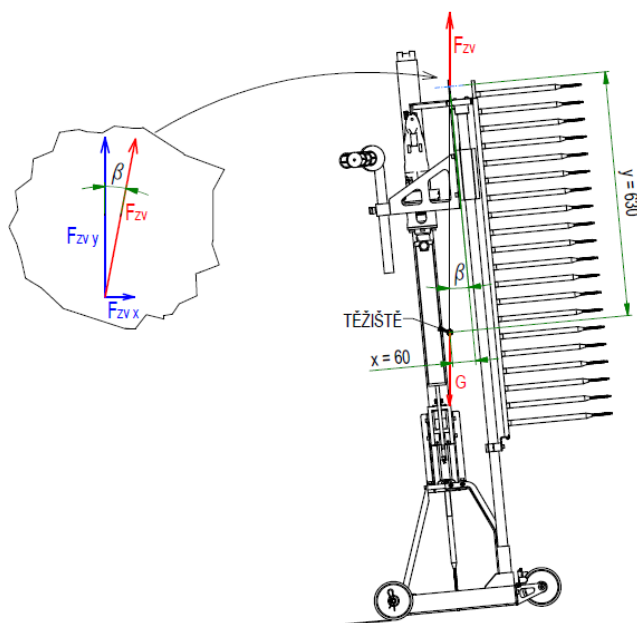
Závěsné oko je umístěno na spojovacím plechu, který je připevněn k oběma vodícím tyčím, popis viz bod 3.2. Oko je určeno především k zavěšení zařízení a přepravě například jeřábem na střechu.

Zatížení

Při zavěšení za oko dojde ke svěšení zařízení na stranu o úhel β (Obr. 6.14). Na oko působí zvedací síla F_{zv} , stejné velikosti a opačného směru než tíhová síla, která působí v těžišti ($F_{zv} = G$). Úhel β lze spočítat, protože znám vzdálenosti těžiště od závěsného oka (x, y).

Znamé parametry

- celková hmotnost zařízení $m_c = 28,2 \text{ kg}$
- vzdálenost $x = 60 \text{ mm}$
- vzdálenost $y = 630 \text{ mm}$



Obr. 6.14 Schéma zavěšení zařízení

Úhel β spočítám pomocí goniometrické funkce tangens.

$$\tan(\beta) = \frac{x}{y} \rightarrow \beta = \text{atan}\left(\frac{x}{y}\right) \quad (6.1)$$

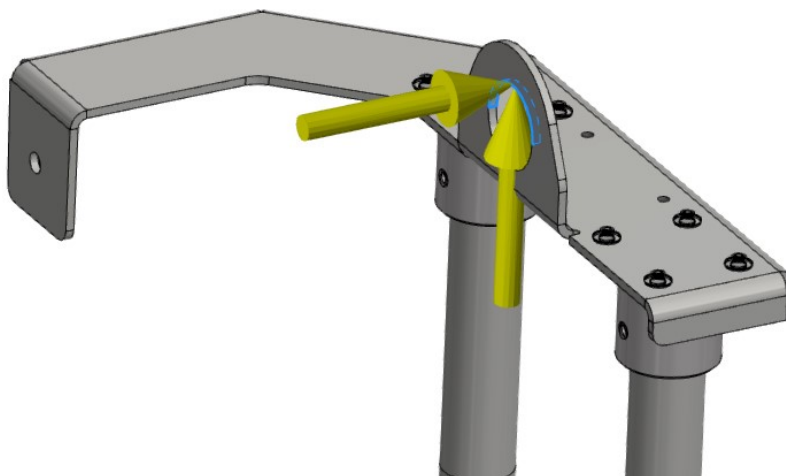
$$\beta = \text{atan}\left(\frac{60}{630}\right) = 5,4^\circ \quad (6.2)$$

Velikost F_{zv} se spočítá z celkové hmotnosti zařízení. Protože už znám úhel β , můžu rovnou sílu rozložit na dvě kolmé složky.

$$F_{zv\ x} = m_c \cdot g \cdot \sin(\beta) = 28,2 \cdot 9,81 \cdot \sin(5,4) = \mathbf{26\ N} \quad (6.3)$$

$$F_{zv\ y} = m_c \cdot g \cdot \cos(\beta) = 28,2 \cdot 9,81 \cdot \cos(5,4) = \mathbf{275,4\ N} \quad (6.4)$$

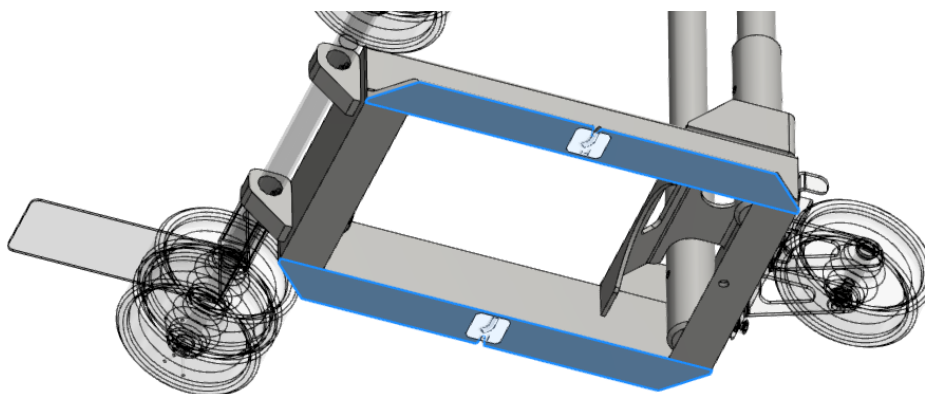
Vypočítané síly působí na horní polovinu vnitřní díry oka (Obr. 6.15).



Obr. 6.15 Působení sil na oko

Vazby

Umístění pevné vazby jsem zvolil na spodní profil svařence rámu. Tak budou při simulaci zatíženy i vodící tyče.



Obr. 6.16 Umístění pevných vazeb na rámu

Dotyky

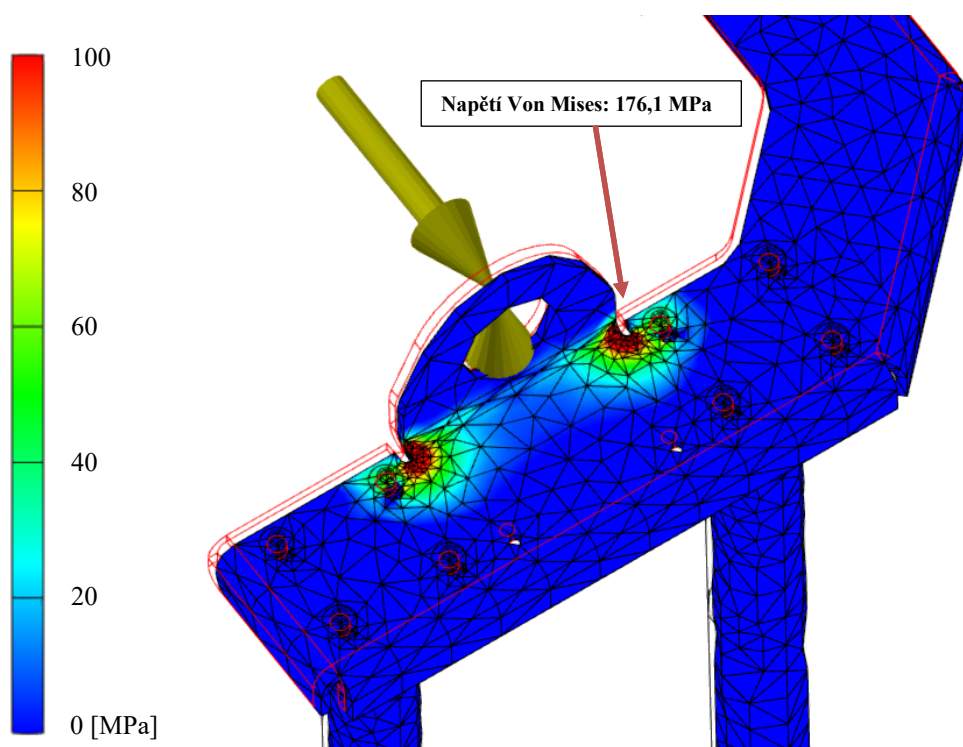
Všechny dotyky jsou nastaveny jako vázané. Žádná součást není pohyblivá.

Síť

Opět bylo ponecháno automatické rozdělení sítě. Maximální počet upřesnění h jsem změnil na 3. Tím došlo ke zmenšení velikosti prvku v nejvíce namáhaných oblastech. A k vylepšení konvergence výsledku až na 4,4%.

Výsledky simulace - Napětí Von Mises

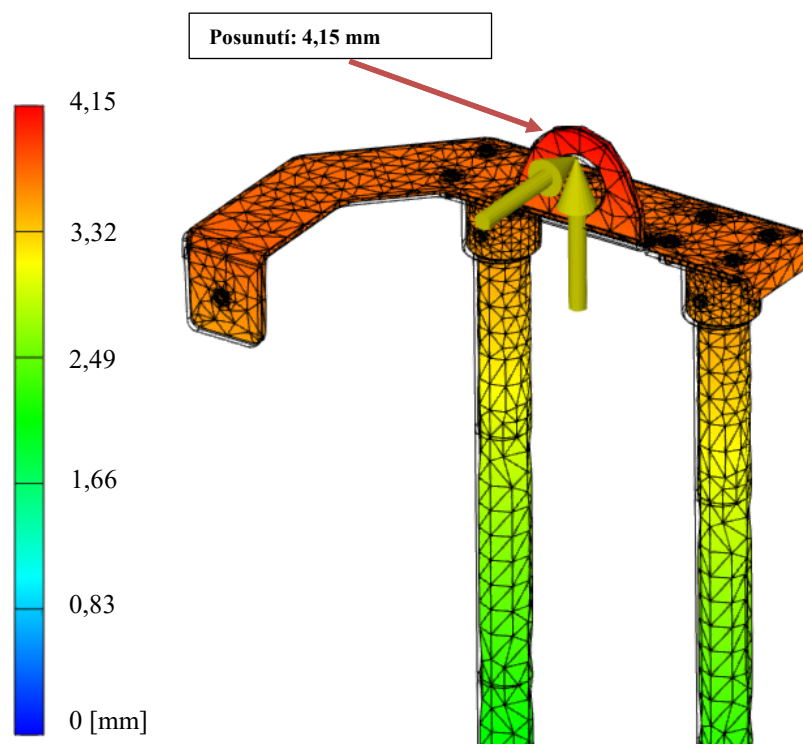
Maximální napětí (176,1 MPa) se nachází ve výřezech ohybu oka. Materiál oka je ocel S235JRG2 s mezí kluzu $R_e = 230$ MPa. Vypočítaná hodnota je tedy v přípustných mezích.



Obr. 6.17 Rozložení napětí na oku

Výsledky simulace - Posunutí

Analýza posunutí (Obr. 6.18) ukazuje maximální posunutí (4,15 mm) na nejvyšší část závěsného oka. Takto vysokou hodnotu posunutí si vysvětlují tím, že pevná vazba je umístěna na spodní části rámu, proto se deformují i vodící tyče.



Obr. 6.18 Výsledky analýzy posunutí oka

7. Závěr

Úkolem této diplomové práce bylo navrhnout konstrukční řešení přípravku pro kotvení tepelné izolace na ploché střeše. Na začátku práce jsem provedl průzkum stávajícího stavu techniky, prověřil jsem druhy plochých střech a způsoby kotvení. Zaměřil jsem se i na způsoby provádění kotvení. V analýze problému jsem mimo jiné stanovil požadavky na zařízení: mimo požadavky vyplývající ze zadání se jedná o konstruování s ohledem na hmotnost, ergonomii, kapacitu zásobníku na minimálně 20 kusů hmoždinek a možnost minimalizace rozměrů pro přepravu.

Dobrá ergonomie je zajištěna díky nastavitelným řídítkům, zásobník podavače má kapacitu 20 kusů, dále je zařízení vybaveno přídatnými zásobníky o celkové kapacitě 40 kusů hmoždinek. Možnost složení do přepravního boxu byla demonstrována v bodu 4.

V průběhu vypracování této práce se mi naskytla příležitost prozkoumat existující konkurenční zařízení. Jelikož jsem se při svém návrhu snažil docílit nízké hmotnosti, provedu srovnání hmotností mého návrhu s konkurenčním. Hmotnost mého zařízení v kompletním stavu a s plnými zásobníky je dle 3D modelu 28,2 kg. Zvážením konkurenčního zařízení jsem zjistil hmotnost 27 kg s tím, že na zařízení chybělo několik komponentů. Konkrétně se jednalo o šroubovací tyč s bitem, zásobníky a hmoždinky. V mém návrhu zabírají tyto komponenty dohromady 4,1 kg. Z porovnání vyplývá, že můj návrh zařízení je při stejné vybavenosti, lehčí o 2,9 kg. Můžu tedy konstatovat, že požadavek na nízkou hmotnost jsem splnil. Další případné snížení hmotnosti by mohlo přinést upravení některých nakupovaných dílů, jako například linearsety svislého vedení nebo kola podvozku. Obě komponenty jsou navrženy na několikanásobně větší zatížení než budou muset snášet v této aplikaci.

Poděkování

Tímto chci poděkovat panu doc. Dr. Ing. Ladislavu Kovářovi za věcné rady a připomínky na konzultacích při tvorbě této diplomové práce.

8. Seznam použité literatury

1. LEINVEBER J., Vávra P.: Strojnické tabulky (čtvrté doplněné vydání). Úvaly: ALBA, 2007. ISBN 978-80-7361-051-7.
2. Kaláb K.: Části a mechanismy strojů - teorie + projekty. PDF skripta VŠB-TU Ostrava, 2013, www.347.vsb.cz
3. Němček M.: Řešené příklady z částí a mechanismů strojů. Spoje. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2002, ISBN 80-248-0050-0.
4. ČSN 73 1901. *Navrhování střech – Základní ustanovení*. Praha: KUTNAR, 2011.
5. Ploché střechy: *Praktický průvodce*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2916-9.
6. SFS Intec: Low slope roof. *Isotak* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: https://www.sfsintecusa.com/mo/us/en/web/construction/flat_roof/isotak_system_1/isotak_system_1.html
7. SFS Intec: Montážní přístroje. *Isofast* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: https://www.sfsintec.biz/mo/cz/cs/web/technologies_products/mechanical_fastening/installation_tools/setzgeraete_1.html
8. EJOT: Montážní automaty a poloautomaty. *Kotvení plochých střech* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.ejot.cz/produkty/stavebni-upevnovani/kotveni-plochych-strech/montazni-automaty-a-poloautomaty/>
9. ISO-TAK katalog. *ISS SYSTEM* [online]. [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: http://www.lssystem.cz/ke_stazeni/ISO-TAK_katalog.pdf.pdf
10. EJOT: Talířové podložky. *Kotvení plochých střech* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.ejot.cz/produkty/stavebni-upevnovani/kotveni-plochych-strech/talirove-podlozky/>
11. EJOT: Střešní šrouby. *Kotvení plochých střech* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.ejot.cz/produkty/stavebni-upevnovani/kotveni-plochych-strech/samovrtne-srouby-dabo/>
12. Ploché střechy. *Krytiny-střechy* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: https://data.krytinystrechy.cz/100183/www/www.izolace-info.cz/downloads/montazni_navody/ploche%20strechy.pdf
13. Typy plochých střech. *Coleman* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <http://www.coleman.cz/typy-plochych-strech/>
14. Základní pojmy. *Izolace-info* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/fyzikalni-veliciny/?nid=9527-paropropustnost-difuze-a-kondenzace-vodni-pary-i-cast.html#.WfYrOoiDOU1>

15. Základní pojmy. *Novatop-system* [online]. [cit. 2017-10-29]. Dostupné z: <https://www.novatop-system.cz/system-novatop/zakladni-pojmy/>
16. Průmyslové plynové pružiny. *BIBUS* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.bibus.cz/prehled-produktu/mechatronika/prumyslove-plynove-pruziny/>
17. Lineární vedení. *HIWIN* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <http://www.hiwin.cz/cz/produkty/linearni-vedeni>
18. Vodící tyče. *T.E.A. Technik* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <https://www.teatechnik.cz/dute-vodici-tyce-wh/>
19. Katalog produktů. *CNCshop* [online]. [cit. 2017-12-16]. Dostupné z: <http://www.cncshop.cz/katalog>
20. Systém upevnění pro ploché střechy. *SFS intec* [online]. [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://www.sfsintec.biz>
21. Výrobky. *ELESA-GANTER* [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.elesa-ganter.cz/vyrobky>
22. Pružiny. *HEINNLICH* [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.hennlich.cz/produkty/pruziny-77.html>
23. Tlačné plynové pružiny Bansbach. *BIBUS* [online]. [cit. 2018-05-06]. Dostupné z: <https://www.bibus.cz/prehled-produktu/mechatronika/prumyslove-plynove-pruziny/tlacne-plynove-pruziny-bansbach/>
24. Nástroje - příslušenství. *COLEMAN* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://e.coleman.cz/nastroje-prislusenstvi-cz>
25. Vrtačky bez přiklepu. *NAREX* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: https://www.narex.cz/cs-cz/vrtacky_bez_priklepu
26. Balancery. *TEDOX s.r.o.* [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://www.tedox.cz/balancery>
27. Safety washers. *SCHNORR* [online]. [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <https://www.schnorr-group.com/en/>
28. Pojezdové kola a kladky. *NAVRÁTIL* [online]. [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: https://www.navratilsro.cz/uoo-100x35-45-12_i2136

Software:

Autodesk Inventor Professional 2018

Microsoft Office Word, Excel 2016

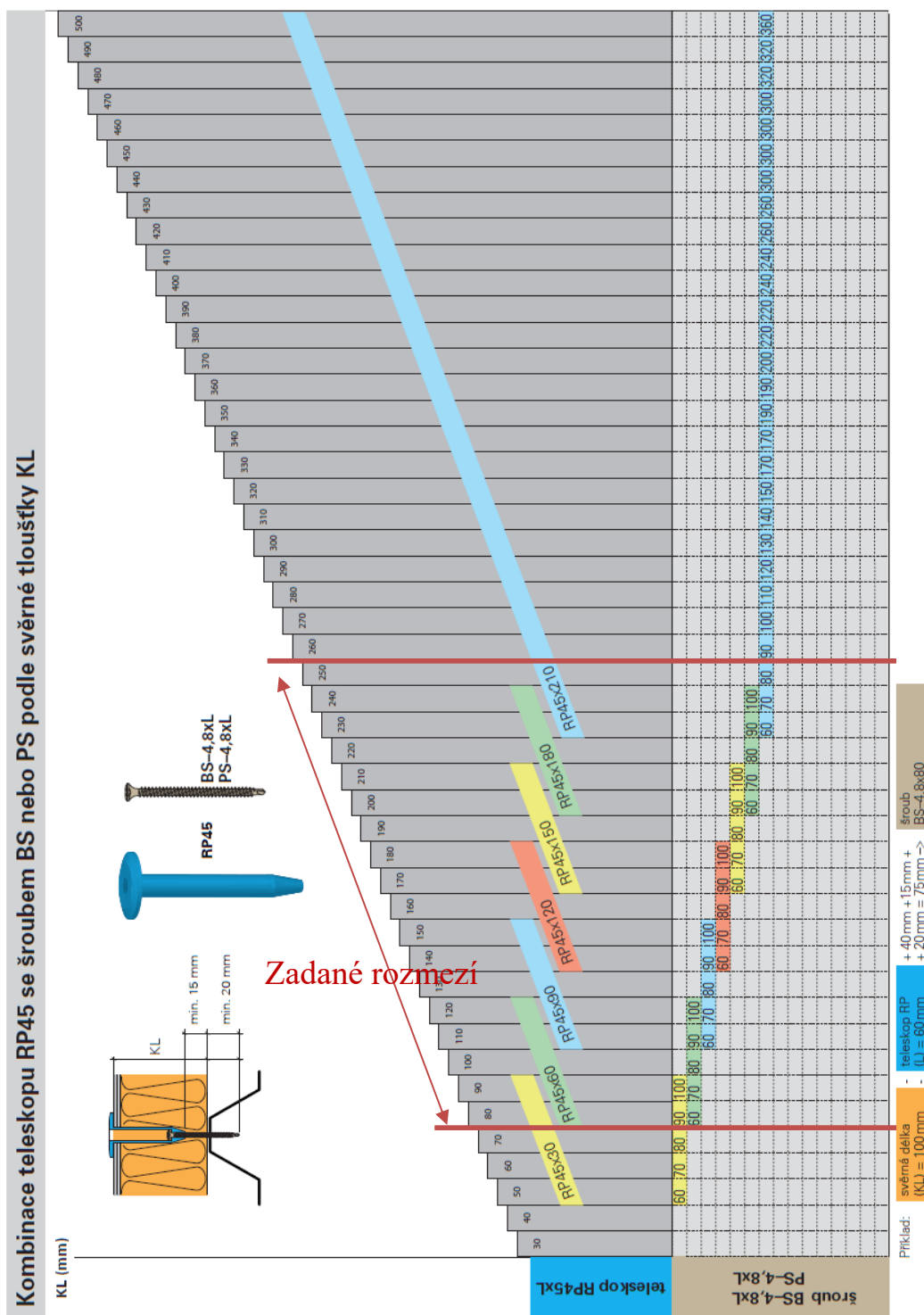
9. Seznam příloh

- Tištěná výkresová dokumentace
 - Hlavní sestava NYK-DP-00-00-00 Sestava
 - Rám sestava NYK-DP-A0-00-00 Sestava
 - Přední náprava NYK-DP-A3-00-00 Sestava
 - Zadní náprava NYK-DP-A4-00-00 Sestava
 - Sestava lůžka NYK-DP-B0-00-00 Sestava
 - Sestava supportu NYK-DP-C0-00-00 Sestava
 - Nastavitelný doraz NYK-DP-D0-00-00 Sestava
 - Svařenec horní trubky NYK-DP-D0-A0-00 Sestava
 - Svařenec spodní trubky NYK-DP-D0-B0-00 Sestava
 - Sestava podavače NYK-DP-E0-00-00 Sestava
 - Přídavný zásobník NYK-DP-F0-00-00 Sestava
 - Svěr. spoj řídítek NYK-DP-C0-A0-06 Výrobní
 - Uložení dorazu NYK-DP-C0-00-03 Výrobní
 - Lůžko NYK-DP-B0-00-01 Výrobní
- CD1 - obsahuje:
 - Výkresovou dokumentaci a 3D data
 - Kompletní katalogy v elektronické podobě
 - Materiálové listy
- Příloha A - Kombinace podložek RP45 se šrouby BS a PS
- Příloha B - Výtah z webové stránky výrobce excentrických upínačů
- Příloha C - Výtah z webové stránky výrobce pružinových pístků
- Příloha D - Výtah z katalogu zkrutných pružin
- Příloha E - Výtah z katalogu tlačných pružin
- Příloha F - Výtah z katalogu pneumatických pružin
- Příloha G - Výtah z katalogu dutých vodících tyčí
- Příloha H - Výtah z katalogu kuličkových linearsetů
- Příloha CH - Výtah z internetového katalogu elektrických vrtaček
- Příloha I - Výtah z internetového obchodu s bity a šroubovacími tyčemi

Příloha A

Kombinace podložek RP45 se šrouby BS a PS. ²⁰

Upevnění hydroizolace a tepelné izolace do ocelového trapézového plechu



Příloha B

Výtah z webové stránky výrobce excentrických upínačů ELESA GANTER²¹.



GN 927

Upínací páky s excentrem

Kontaktní destička z plastu / Páka ze zinkové slitiny



Specifikace

Provedení s vnitřním závitem

Osa, regulační matice, nastavitelná matice
Pozinkovaná ocel, modrý pozink

Provedení se závitovým čepem

Osa, regulační matice, nastavitelný závitový čep
Pozinkovaná ocel, modrý pozink

Informace

Upínací páky s excentrem GN 927 se používají pro rychlé upínání a uvolňování. Tyto páky, na rozdíl od jiných upínacích způsobů s použitím závitu, umožňují upínání **bez kroutícího momentu**.

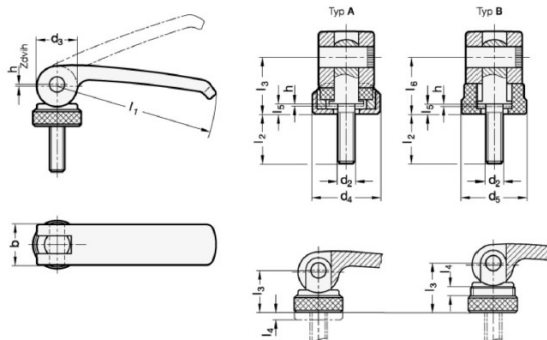
Tato páka byla zkonstruována tak, aby zajistila, že její pohyb nepřekročí max. upínací sílu.

Nejsou zde žádné volné komponenty, pokud jsou všechny díly namontovány ve správném pořadí.

Typ A má následující výhody:

Vzdálenost mezi excentrem páky a upínacím povrchem je nastavitelná prostřednictvím závitu regulační matice s jemným stoupáním. Díky tomu lze i maximální upínací sílu nastavit jednoduchým seřízením. Kromě toho umožňuje výběr lepší polohy páky vůči ose upínání.

U těchto upínacích pák s excentrem lze vyvinout upínací sílu až 8 kN.



GN 927

Popis	l_1	d_2	l_2	b	d_3	d_4	d_5	h	$l_3 \text{ min.}$	$l_3 \text{ max.}$	l_4	l_5	l_6	Váha
GN 927-63-M6-25-A-B	63	M 6	25	16	16	19	-	0.75	16.3	18.8	2.5	3	-	63
GN 927-63-M6-25-B-B	63	M 6	25	16	16	-	18.5	0.75	-	-	-	3	16.3	56

Příloha C

Výtah z webové stránky výrobce pružinových pístků ELESA GANTER²¹.



GN 607.5

Pružinové písky

pro přivaření, s aretační polohou



Specifikace

Ocel **ST**

- černěná
- Čep kalený

Rukojeť plastová (Polyamid PA)

- barva černá, matný povrch
- nelze demontovat

Informace

Pružinové písky GN 607.5 s aretační polohou se používají v případech, kdy je vyžadována možnost zajištění čepu mimo záběr v zatažené poloze. Po zatažení čepu se rukojeť otočí o 90°.

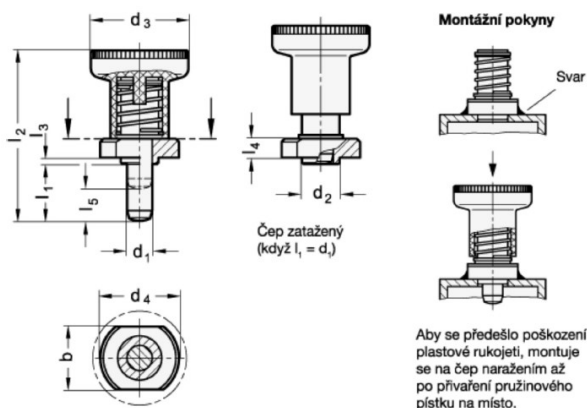
Rukojeť je v této pozici zajištěna drážkou a udržuje čep v zatažené poloze.

Pružinové písky GN 607.5 s aretační polohou jsou navrženy pro montáž přivařením. Jsou zvláště vhodné pro použití na trubkách se čtvercovým průřezem (jeklech).

Osazení d_2 je určeno pro přesné umístění prvku.

Plastová rukojeť se zalisovaným čepem se montuje naražením až po přivaření pouzdra pružinového písku na místo.

- [Skupina pružinových pístků](#)

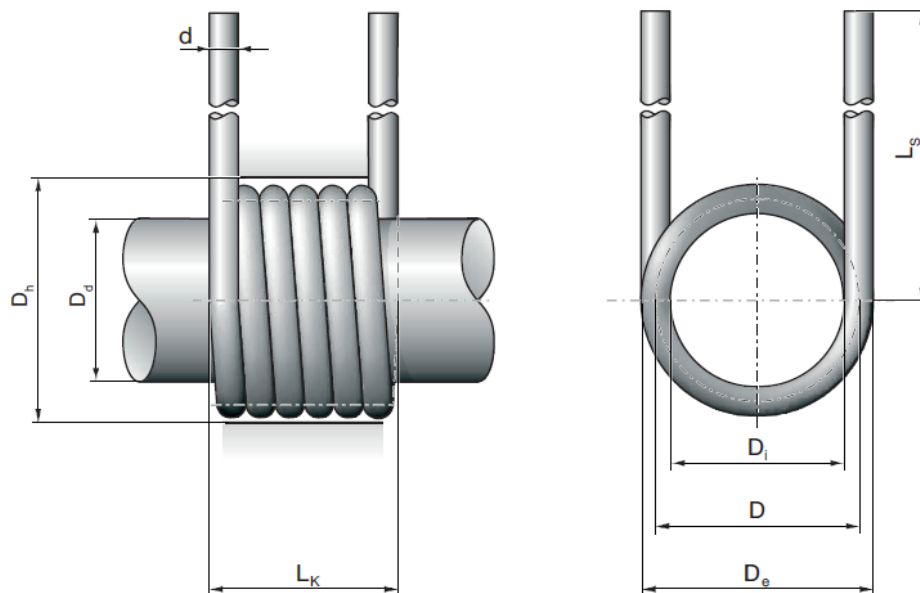


GN 607.5

Popis	d_1 Čep -0.02/-0.05	Otvor +0.30/+0.25	l_1	b	d_2 -0.02/-0.1	d_3	d_4	l_2	l_3	l_4	l_5	Tlak pružiny [N] = počáteční	Tlak pružiny [N] = koncový	Axiální zatížení [N]	Váha
GN 607.5-6-6-ST	6		6	18	10	25	22	37	1.5	5.5	6	9	25	400	34
GN 607.5-6-14-ST	6		14	18	10	25	22	45	1.5	5.5	6	9	25	400	36
GN 607.5-8-8-ST	8		8	20	12	31	25	44	2	6.5	8	13	26	500	54
GN 607.5-8-18-ST	8		18	20	12	31	25	54	2	6.5	8	13	26	500	62

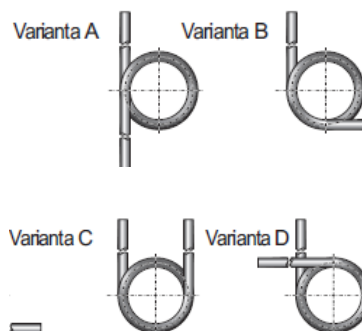
Příloha D

Výtah z katalogu zkrutných pružin firmy HEINNLICH²². Kompletní katalog je součástí přiloženého CD.



Legenda

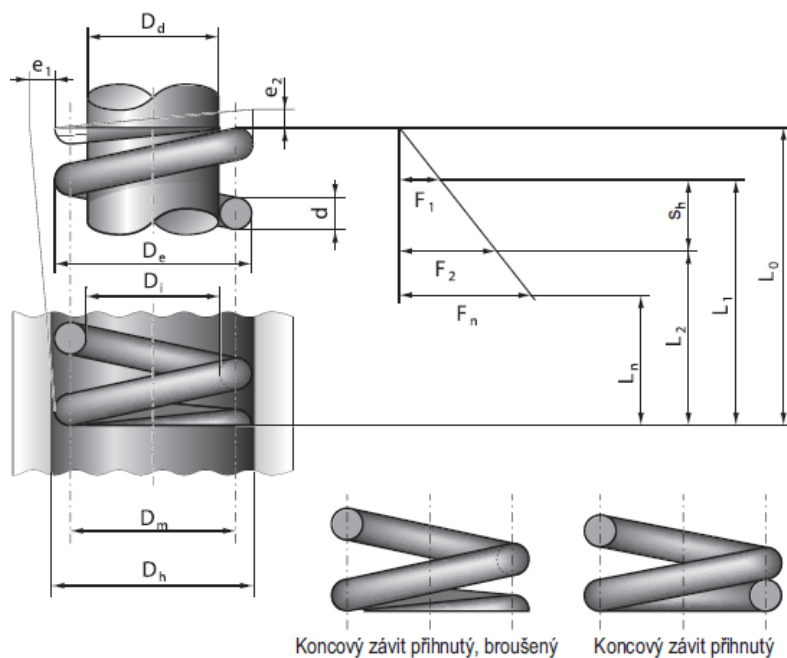
d	[mm]	průměr drátu
D	[mm]	střední průměr pružiny
D _e	[mm]	vnější průměr pružiny
D _i	[mm]	vnitřní průměr pružiny
D _d	[mm]	průměr vodičeho trnu
D _h	[mm]	průměr vodičeho pouzdra
L _k	[mm]	délka závitové části pružiny
L _s	[mm]	délka ramene
M _t	[Nmm]	moment síly vyvinutý pružinou
α	[°]	maximální povolená výchylka
n		počet činných závitů
R _{mr}	[Nmm/°]	tuhost pružiny



d [mm]	D _i [mm]	D [mm]	D _e [mm]	n	Varianta	L _k [mm]	L _s [mm]	D _d [mm]	D _h [mm]	R _{mr} [Nmm/°]	M _t [Nmm]	α [°]	M [g]	Číslo zboží
1,2	5,5	6,7	7,9	6,00	A	9	40,0	5,0	8,5	2,67	244,29	91,4	1,84	M 12 R 10
				6,25	B	9				2,57		95,2	1,89	M 12 R 11
				6,50	C	10				2,47		99,0	1,94	M 12 R 12
				6,75	D	10				2,38		102,8	1,99	M 12 R 13
				12,00	A	16				1,34		182,8	2,98	M 12 R 16
				12,25	B	17				1,31		186,6	3,02	M 12 R 17
				12,50	C	17				1,28		190,4	3,07	M 12 R 18
				12,75	D	17				1,26		194,2	3,12	M 12 R 19

Příloha E

Výtah z katalogu tlačných pružin firmy HEINNLICH²². Kompletní katalog je součástí přiloženého CD.



Legenda

d	[mm]	průměr drátu
D	[mm]	střední průměr pružiny
De	[mm]	vnější průměr pružiny
Di	[mm]	vnitřní průměr pružiny
Dd	[mm]	průměr vodičící trnu
Dh	[mm]	průměr vodičícího pouzdra
e ₁	[mm]	mezní odchylka kolmosti opěrné plochy k ose tlačné pružiny
e ₂	[mm]	mezní odchylka největší a nejmenší naměřené vůle mezi závitů
F	[N]	síla vyvinutá pružinou
F _n	[N]	síla vyvinutá pružinou ve stavu plně zatíženém, při L _n
L ₀	[mm]	délka pružiny ve stavu volném
L _n	[mm]	délka pružiny ve stavu plně zatíženém, při F _n
m	[mm]	stoupání
n		počet činných závitů
n _t		celkový počet závitů
R	[N/mm]	tuhost pružiny
s	[mm]	stlačení pružiny
s _n	[mm]	stlačení pružiny ve stavu plně zatíženém, při F _n

d [mm]	De [mm]	D [mm]	Di [mm]	L ₀ [mm]	n	Dd [mm]	Dh [mm]	R [N/mm]	s _n [mm]	L _n [mm]	F _n [N]	M [g]	Číslo zboží	▼▼▼	▶
0,8	10,8	10,0	9,2	20,0	3,5	8,9	11,3	1,19	15,1	4,9	18,1	0,69	44/5/1	+	+
				30,0	5,5			0,76	23,4	6,6	17,8	0,94	44/5/2	+	+
				45,5	8,5			0,49	36,2	9,3	17,8	1,32	44/5/3	+	+
				66,0	12,5			0,33	53,2	12,8	17,8	1,82	44/5/4	+	–
				96,5	18,5			0,23	78,4	18,1	17,7	2,57	44/5/5	+	–
0,8	12,0	11,2	10,4	22,7	3,5	10,1	12,6	0,85	17,8	4,9	15,2	0,77	44/6/1	+	+

Příloha F

Výtah z katalogu pneumatických pružin firmy BANSBACH²³. Kompletní katalog je součástí přiloženého CD. Výtah je ze stran 10, 11, 49.

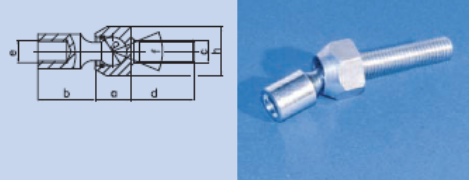
A1	A1	—	4
koncovka – pístnice connecting parts piston rod	koncovka – válec connecting parts cylinder	speciální provedení model	výsuvná rychlost/tlumení push – out speed/damping
viz. str. 44 see page 44 connecting parts	viz. str. 44 see page 44 connecting parts	<p>– normální provedení <i>standard</i> A dle výkresu zákazníka <i>accord. to your drawing</i> B dle vlastního výkresu <i>according to our drawing</i> C se stěračem <i>with scraper</i> D s krycí trubicí <i>with cover tube</i> E s neutrální etiketou <i>with neutral labels</i> F s doplňovacím ventilem <i>with valve inside the cylinder</i> H se speciálním těsněním do 200° C <i>with special seals for temperatures up to 200° C</i> N nerezové provedení <i>stainless steel version in 1.4404</i></p> <p>R s přidávným třením <i>with increased friction</i> S s aretací trubici (od zdvihu 150 mm) <i>with lockable cover tube (above 150 mm stroke)</i></p>	<p>0 rychlá, žádné tlumení <i>fast, no end damping</i> 1 rychlá, normální tlumení <i>fast, normal end damping</i> 2 rychlá, silné tlumení <i>fast, increased end damping</i> 3 normální, žádné tlumení <i>normal, no end damping</i> 4 normální, normální tlumení <i>normal, normal end damping</i> 5 normální, silné tlumení <i>normal, increased end damping</i> 6 pomalá, žádné tlumení <i>slow, no end damping</i> 7 pomalá, normální tlumení <i>slow, normal end damping</i> 8 pomalá, silné tlumení <i>slow, increased end damping</i> 9 speciální provedení <i>other variations</i></p> <p>Tlumení v koncové poloze funguje pouze při montáži pístnicí dolů <i>To recognize end damping please install with piston rod downwards.</i></p>

0	200	482	001*	500N
průměr pístnice/válec diameter piston rod/cylinder	zdvih stroke	vysunutá délka 1 (EL1)** extended length 1**	index index number	výsuvná síla extension – force
øxøy (mm)	A (mm)	min. min. EL2 (mm)		síla (N) progresivita progression
G = 4/12	10–150	2x zdvih zdvih +30	<p>*Pomocí indexu – pro opakované objednávky – můžeme zcela přesně reprodukovat již zhotovené výrobky. Index je uveden na fakturě a dodacím listu.</p> <p>**With the index no. – only necessary for repeating orders – we can reproduce exactly the same gas spring which has already been produced. You will receive the index no. with the order confirmation / invoice.</p>	7 – 200 21 %
6 = 6/15	10–150	2x zdvih zdvih +30		10 – 400 27 %
C = 6/19	10–150	2x zdvih zdvih +42		10 – 400 16 %
D = 6/22	10–150	2x zdvih zdvih +43		10 – 400 11 %
0 = 8/19	10–300	2x zdvih zdvih +48		30 – 700 33 %
1 = 8/22	10–300	2x zdvih zdvih +46		30 – 700 22 %
E = 8/28	10–300	2x zdvih zdvih +60		30 – 700 13 %
2 = 10/22	20–800	2x zdvih zdvih +47		30 – 700 39 %
3 = 10/28	20–800	2x zdvih zdvih +60		50 – 1300 21 %
4 = 12/28	20–1000	2x zdvih zdvih +60		100 – 1700 33 %
5 = 14/28	20–1000	2x zdvih zdvih +60		150 – 2600 52 %
A = 10/40	20–1000	2x zdvih zdvih +70		50 – 1300 8 %
F = 12/40	20–1000	2x zdvih zdvih +70		100 – 1700 13 %
B = 14/40	20–1000	2x zdvih zdvih +70		150 – 2600 18 %
7 = 20/40	20–1000	2x zdvih zdvih +90		200 – 5000 45 %

Příklad objednávky | Order Example

A1 A1 — 4 0 200 482 001* 500N

Kloubové šrouby | Ball joints

Typ	a mm	b mm	c	d mm	e	f	g mm	h	Materiál	
A6	12,5	20	M8	35	M8	30*	ø 10	SW17	pozinkovaná ocel steel zinc plated	
B6	12,5	20	M8	22	M8	30*	ø 10	SW17		

Příloha G

Výtah z katalogu dutých vodících tyčí firmy TEA TECHNIK¹⁸. Kompletní katalog je součástí přiloženého CD.

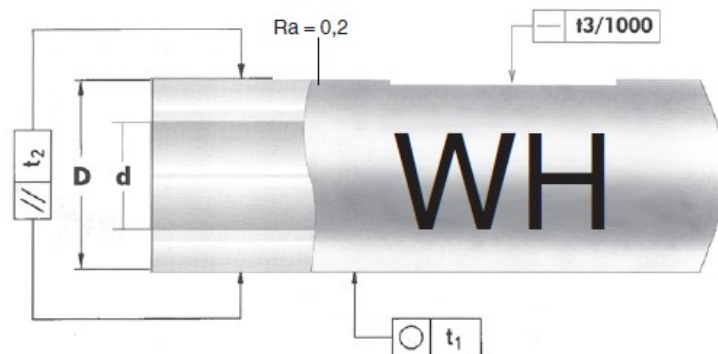
Vodící tyče duté

Typ WH



Popis

- Duté, kalené, broušené
- Tvrdost: 62 ± 2 HRC
- Materiál: C60E



Obj. číslo	Průměr tyče		Tolerance ISO h6 [μm]	Max. délka [mm]	Prokalená vrstva Rht DIN 6773 [mm]	Kruhovitost t ₁ [μm]	Rovnoběžnost t ₂ [μm]	Rovinnost t ₃ [mm/m]	Hmotnost [kg/m]
	vnější D [mm]	vnitřní d ±10% [mm]							
WH12	12	4,0	0/-11	6000	0,6-1,3	5	8	0,12	0,79
WH16	16	7,0	0/-11	6000	0,6-1,6	5	8	0,12	1,28
WH20	20	14,0	0/-13	6000	0,9-1,6	6	9	0,10	1,25
WH25	25	15,6	0/-13	6000	0,9-1,8	6	9	0,10	2,35
WH30	30	18,3	0/-13	6000	0,9-2,0	6	9	0,10	3,50

Příloha H

Výtah z katalogu kuličkových linearsetů firmy TEA TECHNIK¹⁸. Kompletní katalog je součástí přiloženého CD.

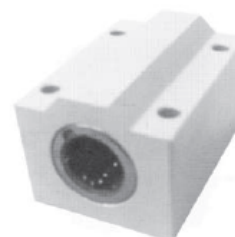
Linearsety tandemové

Typ STAKH

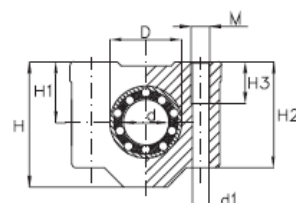
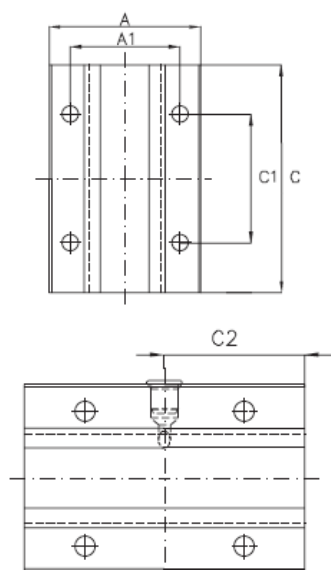


Popis

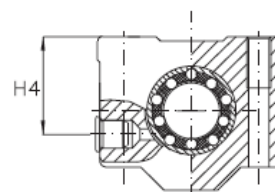
- Se dvěma kuličkovými pouzdry řady KH...PP
- Uzavřené provedení
- Oboustranně utěsněné
- Materiál: slitina hliníku



Typ STAKH



Typ STAKH...



Typ STAKH...AS
(s maznicí)

Obj. číslo	Rozměry					Rozměry pro uchycení								
	d [mm]	D [mm]	A [mm]	C [mm]	H [mm]	A ₁ ±0,15 [mm]	C ₁ ±0,15 [mm]	H ₁ ±0,010 ±0,014 [mm]	H ₂ [mm]	H ₃ [mm]	M [mm]	d ₁ [mm]	H ₄ [mm]	C ₂ [mm]
STAKH 12PP	12	19	40	60	33	29	35	17	28	11	M5	4,3	21	30
STAKH 16PP	16	24	45	65	38	34	40	19	33	11	M5	4,3	25	32,5
STAKH 20PP	20	28	53	65	45	40	45	23	39	13	M6	5,3	30	32,5
STAKH 25PP	25	35	62	85	54	48	55	27	46	18	M8	6,6	35	42,5
STAKH 30PP	30	40	67	105	60	53	70	30	52	18	M8	6,6	40	52,5
STAKH 40PP	40	52	87	125	76	69	85	39	66	22	M10	8,4	52	62,5
STAKH 50PP	50	62	103	145	92	82	100	47	80	26	M12	10,5	62	72,5

Příloha CH

Výtah z internetového katalogu firmy NAREX²⁵. Výrobce a prodejce elektrického nářadí.

◀ EV 13 F-H3

EV 13 E-2H3

EV 13 G-2 ▶




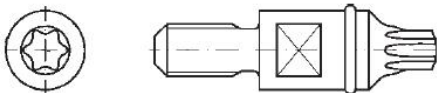
Vrtačka se širokým rozsahem použití
Technické parametry

Napájecí napětí	230 V
Jmenovitý příkon	650 W
Otáčky naprázdno	
... 1. rychlost	0-1 100 /min
... 2. rychlost	0-3 000 /min
Max. ø vrtání	
... Ocel	13 mm
... Hliník	16 mm
... Dřevo	35 mm
Max. krouticí moment	
... 1. rychlost	29 Nm
... 2. rychlost	10 Nm
Rozsah sklíčidla	1,5-13 mm
ø upínacího krku	43 mm
Závit na vřetenu	1/2"-20 UNF
Hmotnost	1,7 kg

Příloha I

Výtah z internetového obchodu COLEMAN.CZ²⁴. Výrobce a prodejce stavebních materiálů a nástrojů.

	SFS - Nástroje - příslušenství Šroubovací tyč ZA 1/4"-M6								
<table><tr><td>Výrobce:</td><td>SFS</td></tr><tr><td>Kód produktu:</td><td>P-020450</td></tr><tr><td>Kód výrobce:</td><td>1029917</td></tr><tr><td>Dostupnost:</td><td>K dodání do 30 dní</td></tr></table>	Výrobce:	SFS	Kód produktu:	P-020450	Kód výrobce:	1029917	Dostupnost:	K dodání do 30 dní	
Výrobce:	SFS								
Kód produktu:	P-020450								
Kód výrobce:	1029917								
Dostupnost:	K dodání do 30 dní								
Ceníková cena s DPH: 574,75 Kč									
13 % Ušetříte -74,72 Kč									
500,03 Kč s DPH									

	SFS - Nástroje - příslušenství Nást.šr.tyčTORX T25-32-M6-RING								
<table><tr><td>Výrobce:</td><td>SFS</td></tr><tr><td>Kód produktu:</td><td>P-022316</td></tr><tr><td>Kód výrobce:</td><td>511377</td></tr><tr><td>Dostupnost:</td><td>K dodání do 24 dní</td></tr></table>	Výrobce:	SFS	Kód produktu:	P-022316	Kód výrobce:	511377	Dostupnost:	K dodání do 24 dní	
Výrobce:	SFS								
Kód produktu:	P-022316								
Kód výrobce:	511377								
Dostupnost:	K dodání do 24 dní								
Ceníková cena s DPH: 110,11 Kč									
13 % Ušetříte -14,31 Kč									
95,80 Kč s DPH									